

© Коллектив авторов, 2021
DOI 10.21886/2712-8156-2021-2-3-62-71

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ: ВЛИЯНИЕ СТРЕССА И ПРИВЫЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

В.В. Горбань, И.В. Ковригина, Е.В. Горбань, В.С. Меньших

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Краснодар, Россия

Цель: выявление возрастных изменений вариабельности ритма сердца (ВРС) у лиц с артериальной гипертензией (АГ), ассоциированных с психологическим стрессом и физической активностью (ФА) для целенаправленной профилактики и реабилитации. **Материалы и методы:** обследование основных групп, состоящих из 37 лиц молодого возраста (26 юношей и 11 девушек, средний возраст — 22,2 года) и 94 лиц второго среднего возраста (35 мужчин и 59 женщин, средний возраст — 56,0 лет) включало анкетирование, антропометрию, клинико-инструментальное обследование, электрокардиографию, мониторинг ВРС. Контрольные группы для молодых людей ($n = 72$) и лиц второго среднего возраста ($n = 10$) были сопоставимы с основными по возрасту и полу. **Результаты:** частота избыточной массы тела и ожирения, низкой ФА, а также среднего и высокого уровней психологического стресса у молодых людей с АГ составила 51,4%, 64,1%, и 59,5%, а у лиц среднего возраста с АГ — 87,2%, 55,4% и 41,5% соответственно. При АГ у лиц второго среднего возраста в отличие от молодых людей ВРС характеризовалась при низком уровне психологического стресса меньшими значениями параметров SDNN, RMSSD, pNN(50) и вегетативного показателя (ВП), которые указывали на меньшую ВРС и низкую парасимпатическую активность и, наоборот, более высоким значением индекса напряжения (ИН), отражающим напряженность процессов регуляции ритма сердца. При среднем и высоком уровнях стресса статистически значимые различия вышеуказанных параметров дополнялись более низким значением треугольного индекса, интегрально отражающего снижение ВРС. Наличие АГ у пациентов второго среднего возраста в отличие от молодых людей и при низком уровне, и при умеренном и высоком уровнях ФА сопровождалось снижением значений SDNN, RMSSD, pNN(50), ВП, что свидетельствовало о меньшей общей ВРС, низкой парасимпатической активности вегетативной нервной системы. Наоборот, более высокий ИН подтверждал напряжённость процессов регуляции ритма сердца. **Заключение:** определение предикторов развития АГ, отражающих общую ВРС, симпатико-вагальный баланс и напряжённость процессов регуляции ритма сердца, ассоциированных с уровнями психологического стресса и физической активности, а также возрастом, может транслироваться в амбулаторную практику для обозначения мишеней профилактических и реабилитационных мероприятий.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, физическая активность, психологический стресс, молодой возраст, второй средний возраст

Для цитирования: Горбань В. В., Ковригина И. В., Горбань Е. В., Меньших В. С. Возрастные особенности вариабельности ритма сердца у больных артериальной гипертензией: влияние стресса и привычной физической активности. *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. 2021;2(3):62-71. DOI: 10.21886/2712-8156-2021-2-3-62-71

Контактное лицо: Виталий Васильевич Горбань, gorbanvv@mail.ru

AGE-RELATED CHARACTERISTICS OF HEART RATE VARIABILITY IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION: THE EFFECT OF STRESS AND HABITUAL PHYSICAL ACTIVITY

V.V. Gorban, I.V. Kovrigina, E.V. Gorban, V.S. Menshix

Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

Objective: identifying age-related changes in the variability of the heart rhythm (HRV) in individuals with arterial hypertension (AG) associated with psychological stress and physical activity (FA) for targeted prevention and rehabilitation. **Material and methods:** the survey of the main groups consisting of 37 people's persons (26 young men and 11 girls at the age of 22,2 years) and 94 - 2nd middle age (35 men and 59 women aged 56,0 years) included: questioning, anthropometry, clinical and instrumental examination, electrocardiography, HRV monitoring. Control groups for young people ($n = 72$) and persons of the 2nd middle age ($n = 10$) were comparable with the main ones and sex. **Results:** the frequency of excess body

and obesity, low facilities, as well as the average and high levels of psychological stress in young people with AG amounted to 51,4%, 64,1%, and 59,5%, and in middle-aged people with AG — 87,2%, 55,4% and 41,5%, respectively. With AG in persons of the 2nd middle age, in contrast to young people, HRV were characterized at a low level of psychological stress with smaller values of the parameters of SDNN, RMSSD, PNN (50) and VP, which were indicated to a smaller HRV and low parasympathetic activity and, on the contrary, higher the value of the voltage index (VI) reflecting the intensity of the control processes of the heart rhythm; with an average and high levels of stress, statistically significant differences in the above parameters were supplemented by a lower value of the triangular index, which integrally reflects the decrease in WRC. The presence of hypertension in the patients of the 2nd middle age, in contrast to young people and at a low level, and at a moderate and high levels of the FA, was accompanied by a decrease in SDNN, RMSSD, PNN (50) values, which indicated the smaller general HRV, low parasympathetic activity the vegetative nervous system; on the contrary, higher VI confirmed the participation of the central contour and the intensity of the regulation of the rhythm of the heart. **Conclusion:** determination of the predictors of the development of AG reflecting the general HRV, the sympathy-vagal balance and the tension of the rhythm of the heart rhythm associated with the levels of psychological stress and physical activity, as well as age, can be broadcast in an outpatient practice to designate targets of preventive and rehabilitation activities.

Keywords: heart rate variability, physical activity, psychological stress, young age, 2nd middle age

For citation: Gorban V. V., Kovrigina I. V., Gorban E. V., Menshikh V. S. Age-related characteristics of heart rate variability in patients with arterial hypertension: the effect of stress and habitual physical activity. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2021;2(3):62-71. DOI: 10.21886/2712-8156-2021-2-3-62-71

Введение

Низкая физическая активность (ФА) [1] и тревожные расстройства [2], сопровождаясь повышением симпатической активности [3], не только у лиц среднего и пожилого, но даже у лиц молодого возраста увеличивают риск сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и смертности в будущем независимо от наличия коморбидных заболеваний и даже после контроля универсальных факторов риска (курения, образа жизни и социально-экономического статуса) [4]. Нарушение функции блуждающего нерва, на которое указывает снижение variability ритма сердца (ВРС), может быть одним из механизмов, связывающих сердечно-сосудистые заболевания с тревожными расстройствами [4]. Известно, что вегетативные нарушения предшествуют клиническим проявлениям артериальной гипертензии (АГ), являясь её патофизиологической основой, будучи потенциально вовлеченными в её прогрессирование. Даже люди с нормальным артериальным давлением (АД) находятся в зоне вероятного развития АГ при наличии низкой ФА и стрессовых событиях, провоцирующих нарушения вегетативной нервной системы (ВНС) [5]. Имеются данные о понижении ВРС у лиц с тревожными расстройствами в состоянии покоя, хотя эти результаты противоречивы [6]. У взрослых описана аберрантная нейробиологическая реакция на стресс [7], но ВРС недостаточно изучена в контексте тревоги у молодых людей (до 24 лет) [8]. Учитывая данные о том, что повышенная симпатическая активность и снижение ВРС ассоциированы с началом летальных сердечных явлений, оправдано изучение вегетативного поведения сердца у молодых людей и в зависимости от уровня ФА [3]. Вышеизложенное подчеркивает актуальность выявления наруше-

ний ВНС по данным ВРС в зависимости от психологического стресса и физической активности у лиц и молодого и среднего возраста с АГ для выявления целей направленных превентивных воздействий.

Материал и методы

Исследование проводилось в двух возрастных периодах. 37 молодых людей с АГ 1-й степени со средним возрастом $22,3 \pm 0,8$ года были включены в первую основную группу. Вторую основную группу составили 94 больных АГ второго среднего возраста $55,9 \pm 2,1$ года. На момент обследования пациенты не принимали лекарственных препаратов. Контрольную группу для молодых людей составили 72 человека (35 юношей и 37 девушек) со средним возрастом $21,8 \pm 0,2$ года. В контрольную группу для второго среднего возраста вошли 10 человек (6 женщин и 4 мужчины) со средним возрастом $45,0 \pm 6,1$ года. Исследование проводилось в условиях Кубанского государственного медицинского университета на кафедре поликлинической терапии с 2015 по 2019 гг. Участниками исследования были подписаны информированные согласия и согласия для обработки персональных данных. При проведении исследования соблюдались принципы Хельсинкской Декларации.

Критериями включения в исследование в контрольные группы были индекс массы тела (ИМТ) от 18,5 до 24,9 $\text{кг}/\text{м}^2$, уровни систолического АД (САД) не выше 139 мм рт. ст. и ДАД не выше 89 мм рт. ст., отсутствие табакокурения. Критериями включения в первую основную группу были наличие гипертонической болезни (ГБ) 1-й и 2-й стадий, АГ 1-й и 2-й степеней, возраст от 18 до 35 лет. Критериями включения во

вторую основную группу были наличие ГБ 1-й и 2-й стадий, АГ 1-й и 2-й степеней, возраст от 36 до 64 лет. Критериями исключения из исследования были кардиологические заболевания (за исключением АГ 1-й и 2-й стадий), болезни эндокринной системы, органов дыхания, почек, онкопатология, острые инфекционные заболевания, психические расстройства, злоупотребление алкоголем, период беременности и лактации у женщин.

Верификация диагноза у лиц, составивших основные группы, основывалась на данных клинико-лабораторного и инструментального исследований, включавшего общеклинические и биохимические исследования крови и мочи, рентгенографию грудной клетки, ЭКГ. По результатам анкетирования выделяли уровни привычной ФА — низкий (умеренная или быстрая ходьба 30 и более мин. в сутки), средний (быстрая

ходьба, плавание, езда на велосипеде, танцы дольше 30 мин. в сутки) и высокий (бег, аэробика, плавание на дистанцию, езда на велосипеде в гору). Уровни психологического стресса по опроснику Reeder определяли, исходя из ответов на семь вопросов (с оценкой от 1 до 4 баллов на каждый вопрос), со следующей градацией для мужчин и женщин соответственно: низкий (3,0 – 4,0 и 2,8 – 4,0 балла), средний (2,0 – 3,0 и 1,8 – 2,8 балла) и высокий (1,0 – 2,0 и 1,0 – 1,8 балла).

Плечевая тонометрия проводилась автоматическим аппаратом OMRON i-Q142. Для оценки уровня АД на каждой руке выполнялось не меньше трех измерений с двухминутным интервалом; при разнице АД ≥ 5 мм рт. ст. производили одно дополнительное измерение. Результатирующим считали наименьшее из трёх величин. Динамическое наблюдение включало не менее трех визитов пациентов с АГ.

Таблица 1

Общая характеристика молодых людей с АГ

Показатель	Группы с АГ		P	Контрольная группа		P
	Юноши (n = 26)	Девушки (n = 11)		Юноши (n = 35)	Девушки (n = 37)	
Возраст, годы	22,9±1,0	20,6±0,8	0,168	21,9±0,4	21,7±0,3	0,688
Рост, см	180,4±1,0	167,3±1,5*	0,000	181,4±1,0	166,7±0,9	0,000
САД, мм рт. ст.	137,8±1,8#	127,4±4,3°	0,012	122,3±1,7	109,4±1,7	0,000
ДАД, мм рт. ст.	86,9±1,3#	83,8±3,2°	0,287	73,3±1,2	71,2±1,4	0,261
ИМТ, кг/м ² (ср. значение)	27,0±1,2#	24,2±1,3°	0,178	22,6±0,3	21,1±0,2	0,090
<18,5 кг/м ² , %	-(0)	9,1±9,6 (1)	-	-(0)	-(0)	-
18,5–24,9 кг/м ² , %	46,2±10,2 (12)	45,4±16,6 (5)	0,967	100,0 (35)	100,0 (37)	-
25,0–29,9 кг/м ² , %	34,6±9,7 (9)	27,3±14,8 (3)	0,683	- (0)	- (0)	-
≥30 кг/м ² , %	19,2±8,0 (5)	18,2±12,9 (2)	0,947	- (0)	- (0)	-
ОТ (у мужчин <94 см; у женщин <80 см), %	57,7±10,1 (15)	63,6±16,0 (7)	0,734	100,0 (35)	100,0 (37)	-
ОТ (у мужчин 94–102 см; у женщин 80–88 см), %	23,1±8,6 (6)	27,3±14,8 (3)	0,799	- (0)	- (0)	-
ОТ (у мужчин >102 см; у женщин >88 см), %	19,2±8,0 (5)	9,1±9,6 (1)	0,470	- (0)	- (0)	-
Уровень привычной ФА: низкий, %	34,6±9,7 (9)	54,5±16,6 (6)	0,287	25,8±7,6 (9)	43,3±8,4 (16)	0,128
умеренный, %	46,2±10,2 (12)	34,6±16,0 (4)	0,542	57,1±8,6 (20)	37,8±8,2 (14)	0,109
высокий, %	19,2±8,0 (5)	9,1±9,6 (1)	-	17,1±6,6 (6)	18,9±6,6 (7)	0,848

Примечание: P < 0,05: * — от юношей с АГ, # — от юношей контрольной группы, ° — от девушек контрольной группы.

Corresponding author: Vitaly V. Gorban, gorbanv@tab.ru

Общая характеристика лиц второго среднего возраста с АГ

Показатель	Группы и число обследованных с АГ			Контрольная группа (n = 10)
	Мужчины (n = 35)	Женщины (n = 59)	P *	
Возраст, годы	55,1±1,6	56,5±1,4	0,526	49,8±3,6
Рост, см	173,9±1,6	162,1±0,7*	0,000	163,5±0,8
ИМТ, кг/м ² (ср. значение)	29,5±0,8	30,1±0,7°	0,586	22,5±0,9
<18,5 кг/м ² , %	0	0		0
18,5–24,9 кг/м ² , %	11,4±5,5 4	13,6±4,5 8	0,761	100,0 10
25,0–29,9 кг/м ² , %	51,4±8,7 18	35,6±6,3 21	0,138	- 0
≥30 кг/м ² , %	37,2±8,4 13	50,8±6,6 30	0,209	- 0
ОТ (у мужчин <94 см; у женщин <80 см), %	31,4±8,1 11	10,2±4,0* 6	0,01	100,0 10
ОТ (у мужчин 94–102 см; у женщин 80–88 см), %	37,2±8,4 13	39,0±6,5 23	0,866	- 0
ОТ (у мужчин >102 см; у женщин >88 см), %	31,4±8,1 11	50,8±6,6 30	0,07	- 0
САД, мм рт. ст.	146,7±2,6	142,1±1,6°	0,114	125,6±1,2
ДАД, мм рт. ст.	90,1±1,8	85,1±1,2*°	0,018	67,9±2,7
Уровень привычной ФА: низкий, %	42,9±8,6 15	62,7±6,4 37	0,066	50,0±17,7 5
умеренный, %	42,9±8,6 15	37,3±6,4 22	0,599	20,0±14,1 2
высокий, %	14,2±6,1 5	- 0	-	30,0±16,2 3

Примечание: статистически значимые различия: * — от мужчин с АГ, ° — от контрольной группы.

Запись электрокардиограммы (ЭКГ) (Schiller Cardiovit 2-ATplus) проводилась в 12-ти отведениях. Исследование ВРС осуществляли аппаратом ЭКГ BTL-08 ECG HOLTER с использованием пакета программ компьютерного анализа ЭКГ BTL CardioPoint-Holter. Электроды накладывались в трёх модифицированных отведениях V_1 , V_2 и V_5 , что способствовало получению более высоких амплитуд кривой ЭКГ. Изучаемые параметры ВРС включали SDNN (мс) — стандартное отклонение всех кардиоинтервалов (КИ); SDANN (мс) — стандартное отклонение средних значений КИ, вычисленных по пятиминутным промежуткам; RMSSD (мс) — среднее квадратичное отклонение разницы последовательных КИ; pNN(50)(%) — доля последовательных КИ, отличающихся больше чем на 50 мс к общему числу КИ; TI — триангулярный индекс, интеграл плотности распределения (общее число RR-интервалов), отнесённый к максимуму плотности распределения (АМо). Спектральный параметр LF/HF (усл. ед.) — отношение низ-

кочастотного к высокочастотному компоненту спектра, коэффициент симпато-вагального баланса. Относительный показатель LF/HF < 1,5 усл. ед. (%), отражающий парасимпатическую активность ВНС. Анализ адаптационно-приспособительных реакций оценивали по таким интегральным параметрам, как индекс напряжения (ИН = АМо(%)/ (2Мо(с) × ВР(с)), Вегетативный показатель ВП = pNN50(%)/10 + (100 – АМо(%))/10.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ Statistica 10.0 и Wizard-Statistics (США). При нормальном распределении в сравниваемых выборках (критерий Колмогорова-Смирнова) применялся критерий Стьюдента (t-критерий) с представлением данных средними значениями (X) и стандартной ошибки средних значений (m) с определением 95% доверительного интервала (p < 0,05). Проверку различий двух выборок парных измерений проводили с использованием критерия Вилкоксона.

Таблица 3

Особенности ВРС у лиц с АГ молодого и второго среднего возраста

Показатель	Лица молодого возраста		Лица второго среднего возраста	
	Юноши (n = 26)	Девушки (n = 11)	Мужчины (n = 35)	Женщины (n = 59)
ЧСС (в мин.)	72,0±2,0	74,2±2,9	65,4±1,6*	64,6±1,2*
SDNN (мс)	58,2±6,0	62,3±8,7	34,3±2,6*	34,5±2,1*
SDANN (мс)	20,8±4,6	26,7±11,3	11,3±2,6	16,9±4,0
rMSSD (мс)	45,6±6,8	55,4±12,7	26,5±3,2*	24,3±1,7*
pNN(50), (%)	18,9±3,9	24,8±7,0	5,5±1,3*	6,4±1,3*
TI (мс)	12,6±1,0	15,3±1,6	8,1±0,4*	10,9±2,9
LF/HF (ед)	1,02±0,04	1,02±0,1	1,15±0,08	1,28±0,14
ВП (ед)	7,8±0,6	8,6±1,1	5,0±0,3*	5,2±0,3*
ВП <6 ед. (%)	30,8±9,4 (8)	27,2±14,8 (3)	62,9±8,4* (22)	72,9±5,9* (43)
ВП 6 – 10,9 ед. (%)	50,0±10,2 (13)	36,4±16,0 (4)	37,1±8,4 (13)	25,4±5,8 (15)
ВП ≥11 ед. (%)	19,2±8,0 (5)	36,4±16,0 (4)	- (0)	1,7±1,7 (1)
ИН (ед)	92,8±17,5	81,2±15,2	155,4±8,9*	188,2±7,4*
ИН<50 (%)	30,8±9,4 (8)	36,4±16,0 (4)	2,9±2,9 (1)	6,8±3,3* (4)
ИН 50-100 (%)	38,4±9,9 (10)	27,2±14,8 (3)	34,3±8,3 (12)	30,5±6,1 (18)
ИН>100 %	30,8±9,4 (8)	36,4±16,0 (4)	62,8±8,4* (22)	62,7±6,4 (37)

Примечание: * — p < 0,05 одноименных показателей от группы молодых людей с АГ.

Результаты

По результатам исследования в контрольной группе молодых людей девушки отличались от юношей меньшими величинами роста, ИМТ, систолического артериального давления (САД). Антропометрические измерения показали, что как у юношей, так и у девушек с повышенными уровнями АД по сравнению с юношами и девушками контрольной группы статистически значимо выше были средние значения ИМТ. У молодых людей с АГ частота превышения ИМТ более 24,9 кг/м² составила 51,5%. При этом риск метаболических нарушений по окружности талии (ОТ) был обнаружен у 4-х девушек и 11-ти юношей. Девушки и юноши с АГ были сопоставимы по таким параметрам, как возраст, частота нормальной, избыточной массы тела и ожирения разной степени, а также нормальных, умеренных и высоких значений ОТ. У лиц первой основной группы систоло-диастолическая АГ была выявлена у 18 (48,6%) человек, изоли-

рованная систолическая АГ — у 11-ти (29,7%) и изолированная диастолическая АГ — у 8-ми (21,6%) человек. У всех девушек и юношей АД было в пределах целевых значений. Распространённость привычно низкого, умеренного и высокого уровней ФА среди юношей и девушек с АГ была так же сопоставима. При этом девушки с АГ отличались от юношей меньшими средними значениями роста и уровня САД (табл. 1).

Среди лиц второго среднего возраста с АГ избыточная масса тела и ожирение были выявлены у 87,2%, низкий уровень ФА — у 55,4%. При этом риск метаболических нарушений по ОТ был умеренным или высоким у 56,4% женщин и 25,5% мужчин. В группе второго среднего возраста с АГ не наблюдалось гендерных различий по таким показателям, как возраст, частоты нормальной, избыточной массы тела и ожирения разной степени, а также частоты низкой, умеренной и высокой ФА. Различия между женщинами и мужчинами касались меньших значений роста, ИМТ, цифр диастолического АД (ДАД), а также часто-

ты ОТ в пределах нормальных значений. В этой группе у 37,4% (36) пациентов была обнаружена систоло-диастолическая АГ, у 28,7% (27) — изолированная систолическая АГ и у 5,3% (5) — изолированная диастолическая АГ. Только у 28,7% (27) человек цифры АД были в пределах целевых значений. Гендерные различия уровней АД среди лиц среднего возраста заключались у женщин в более низком уровне ДАД ($85,1 \pm 1,2$ против $90,1 \pm 1,8$ мм рт. ст.) и более высоком уровне САД в группе с изолированной систолической АГ ($148,4 \pm 1,6$ против $143,2 \pm 1,4$ мм рт. ст.) (табл. 2).

Изучение возрастных особенностей ВНС сердца показало, что у лиц второго среднего возраста с АГ по сравнению с молодыми людьми с АГ независимо от половой принадлежности выявлялись статистически значимо более низкие значения параметров SDNN, RMSSD, pNN(50), ВП, которые указывали на меньшую общую ВРС,

более низкую активность парасимпатического отдела ВНС и, наоборот, более высокие значения ИН, которые отражали значимое вовлечение центрального контура и более выраженную напряженность процессов регуляции ритма сердца (табл. 3).

При изучении ВРС в зависимости от психологического стресса лица контрольных и основных групп были отнесены к низкому, среднему и высокому уровням стресса. Частота среднего и высокому уровням психологического стресса у молодых людей с АГ составила 59,5%, а у лиц среднего возраста с АГ — 41,5%. У лиц контрольной группы второго среднего возраста в отличие от контрольной группы молодых людей ВРС при низком уровне психологического стресса отличалась меньшим значением ИН, что означало участие автономного контура и отсутствие напряженности процессов регуляции, а при

Таблица 4

Особенности ВРС у лиц с АГ молодого и среднего возраста в зависимости от уровня стресса

Показатель	Лица молодого возраста				Лица среднего возраста			
	Группы с АГ		Контрольная группа		Группы с АГ		Контрольная группа	
	Уровень психологического стресса				Уровень психологического стресса			
	Низкий (15)	Средний и высокий (22)	Низкий (33)	Средний и высокий (39)	Низкий (42)	Средний и высокий (52)	Низкий (8)	Средний и высокий (2)
ЧСС (в мин)	73,0±2,8	72,4±2,1	68,3±1,8	69,3±1,5	64,8±1,4	65,0±1,3*	58,9±2,2°	61,5±2,5
SDNN (мс)	56,7±7,1	61,3±6,8	57,5±3,8	68,6±5,5	36,6±2,7*	32,6±2,0*	60,4±6,2	26,5±1,5
SDANN (мс)	22,5±8,5	22,4±5,3	26,3±3,6	19,7±2,5	12,2±2,6	16,9±4,4	18,7±12,2	12,0±8,0
RMSSD (мс)	47,7±9,4	49,1±8,1	46,9±5,0	55,7±5,4	27,2±3,1*	23,4±1,5*	57,6±6,7	20,0±6,0
pNN(50), (%)	20,4±4,7	20,9±4,8	25,3±3,7	24,6±3,0	7,9±1,8*	4,7±0,9*	33,3±6,1	2,4±1,9
TI (мс)	12,9±1,0	13,7±1,3	13,9±0,9	15,1±0,9	12,2±4,1	8,0±0,4*	13,6±1,0	8,0±1,0
LF/HF (ед)	1,04±0,07	1,01±0,05	0,93±0,06	0,94±0,04	1,29±0,1	1,68±0,5	0,8±0,1	0,81±0,1
ВП (ед)	8,0±0,8	8,1±0,7	8,7±0,5	9,0±0,4	5,4±0,3*	4,9±0,3*	9,8±0,9	5,1±1,0°
ВП <6 ед. (%)	33,3±13,1 (5)	27,3±10,0 (6)	24,2±7,7 (8)	12,8±5,5 (5)	71,4±7,1* (30)	67,3±6,6* (35)	12,5±13,5 (1)	- (1)
ВП 6-10,9 ед. (%)	40,0±13,6 (6)	50,0±11,2 (11)	51,6±9,0 (17)	61,6±8,0 (24)	26,2±7,0 (11)	32,7±6,6 (17)	62,5±19,8 (5)	- (1)
ВП ≥11 ед. (%)	26,7±12,3 (4)	22,7±9,4 (5)	24,2±7,7 (8)	25,6±7,2 (10)	2,4±2,4 (1)	- (0)	25,0±17,7 (2)	- (0)
ИН (ед)	104,8±28,4	78,9±10,5	72,0±7,5	60,0±7,3	162,1±8,2*	187,2±9,4*	38,8±6,3°	75,4±6,6
ИН<50%	33,3±13,1 (5)	31,8±10,4 (7)	36,4±8,6 (12)	56,5±8,2 (22)	4,8±3,4* (2)	5,8±3,3* (3)	75,0±17,7 (6)	- (0)
ИН 50-100%	20,0±11,1 (3)	45,5±11,1 (10)	39,4±8,8 (13)	25,6±7,2 (10)	35,7±7,6 (15)	28,8±6,4 (15)	25,0±17,7 (2)	100,0 (2)
ИН>100%	46,7±13,8 (7)	22,7±9,4 (5)	24,2±7,7 (8)	17,9±6,3 (7)	59,5±7,8 (25)	65,4±6,7* (34)	- (0)	- (0)

Примечание: в скобках указано количество обследованных. ° — $p < 0,05$ от контрольной группы молодых людей; * — $p < 0,05$ от группы молодых людей с АГ.

Параметры ВРС у лиц с АГ молодого и 2-го среднего возраста в зависимости от привычного уровня ФА

Показатель	Лица молодого возраста				Лица среднего возраста			
	Группы с АГ		Контрольная группа		Группы с АГ		Контрольная группа	
	Уровень ФА				Уровень ФА			
	Низкий (15)	Умеренный и высокий (22)	Низкий (25)	Умеренный и высокий (47)	Низкий (52)	Умеренный и высокий (42)	Низкий (6)	Умеренный и высокий (4)
ЧСС (в мин)	73,1±2,7	72,4±2,1	71,4±1,5	67,5±1,6	66,2±1,3*	63,4±1,3*	66,5±5,7	59,2±2,8
SDNN (мс)	69,3±9,0	52,7±5,2	61,3±4,4	64,7±4,8	35,8±2,1*	32,7±2,5*	51,3±11,3	57,0±0,6
SDANN (мс)	30,9±10,2	16,6±3,2	21,8±3,7	23,3±2,7	19,5±4,5	8,9±1,2 *	29,0±14,8	20,0±2,9
RMSSD (мс)	63,3±11,9	38,4±5,4	49,0±6,0	53,1±4,9	25,6±2,4*	24,5±2,1*	45,5±12,3	52,5±3,1
pNN(50), (%)	30,3±6,7	14,1±2,9	24,8±4,3	25,0±2,7	5,7±1,1*	6,5±1,6*	23,3±10,7	32,6±1,5
TI (мс)	15,7±1,7	11,8±0,8	15,2±1,0	14,2±0,8	8,0±0,4*	12,3±4,1	12,2±1,9	15,2±1,6
LF/HF (ед)	0,89±0,06	1,11±0,05	0,99±0,07	0,9±0,05	1,45±0,2	1,53±0,3	0,72±0,08	0,93±0,1
ВП (ед)	9,2±1,1	7,3±0,5	9,0±0,6	8,9±0,4	5,2±0,3*	5,0±0,4*	8,4±1,6	9,5±0,03
ВП <6 ед. (%)	26,7±12,3 (4)	31,8±10,4 (7)	24,0±8,9 (6)	14,9±5,3 (7)	67,3±6,6* (35)	71,4±7,1* (30)	33,3±23,6 (2)	- (0)
ВП 6-10,9 ед. (%)	26,7±12,3 (4)	59,1±11,0 (13)	40,0±10,2 (10)	66,0±7,1 (31)	32,7±6,6 (17)	26,2±7,0* (11)	33,3±23,6 (2)	100,0 (4)
ВП ≥11 ед. (%)	46,6±13,8 (7)	9,1±6,4 (2)	36,0±10,0 (9)	19,1±5,9 (9)	- (0)	2,4 2,4 (1)	33,3±23,6 (2)	- (0)
ИН (ед)	89,5±29,2	89,3±10,1	68,5±9,1	63,9±6,5	159,9±5,4*	195,9±7,0*	50,7±11,5	39,3±3,8
ИН<50%	53,3±13,8 (8)	18,2±8,6 (4)	48,0±10,4 (12)	46,8±7,4 (22)	3,8±2,7* (2)	7,1±4,1 (3)	33,3±23,6 (2)	100,0 (4)
ИН 50-100%	26,7±12,3 (4)	40,9±11,0 (9)	36,0±10,0 (9)	29,8±6,8 (14)	34,6±6,7 (18)	28,6±7,1 (12)	66,7±23,6 (4)	- (0)
ИН>100%	20,0±11,1 (3)	40,9±11,0 (9)	16,0±7,6 (4)	23,4±6,3 (11)	61,6±6,9* (32)	64,3±7,6 (27)	- (0)	- (0)

Примечание: в скобках указано количество обследованных. * — p < 0,05 от группы молодых людей с АГ.

среднем и высоком уровнях стресса — более низким уровнем ВП, что отражало более низкую общую ВРС и менее выраженную парасимпатическую активность ВНС.

Вегетативная регуляция ритма сердца при наличии АГ у лиц среднего возраста в отличие от молодых людей характеризовалась при низ-

ком уровне психологического стресса низкими значениями параметров SDNN, RMSSD, pNN(50), ВП, которые отразили менее выраженную общую ВРС и парасимпатическую активность ВНС. Наоборот, более высокое значение ИН свидетельствовало об участии центрального контура и напряженности процессов регуляции ритма

сердца. Средний и высокий уровни стресса у этой группы больных сопровождались низкими значениями тех же параметров SDNN, RMSSD, pNN(50), ВП, характеризующими снижение общей ВРС и парасимпатической активности ВНС, а также повышением ИН, отражающим вовлечение центрального контура и напряжённость процессов регуляции ритма сердца. Дополнительно сниженный TI интегрально обозначил снижение общей ВРС при более высоком уровне стресса (табл. 4).

Изучение ВНС в зависимости от привычного уровня ФА не обнаружило статистически значимых различий параметров ВРС между лицами контрольных групп как внутри групп молодого и второго среднего возраста, так и между ними. У лиц с АГ вегетативная регуляция ритма сердца в зависимости от привычного уровня ФА у пациентов второго среднего возраста в отличие от молодых людей и с низким уровнем ФА, и с умеренным и высоким уровнями ФА характеризовалась более низкими параметрами SDNN, RMSSD, pNN(50), ВП, что указывало на меньшую общую ВРС и низкую парасимпатическую активность ВНС и, наоборот, более высоким значением ИН, что свидетельствовало об участии центрального контура и напряжённости процессов регуляции ритма сердца. Кроме того, у пациентов второго среднего возраста по сравнению с молодыми людьми при наличии низкого уровня ФА регистрировался более низкий TI, подтверждающий снижение общей ВРС, а при наличии умеренного и высокого уровня ФА регистрировался более низкий параметр SDANN, отражающий снижение симпатической активности ВНС (табл. 5).

Обсуждение

Подтверждение выявленной нами высокой частоты низкого уровня ФА и среднего и высокого уровней психологического стресса на фоне избыточной массы тела и ожирения не только у лиц второго среднего возраста с АГ, но и у молодых людей с АГ имеется в эпидемиологических исследованиях, проводимых в РФ [9]. Необходимо отметить, что тревожные расстройства, связанные с вегетативной дисрегуляцией сердца, сопрягаются с более низкой ВРС, чем у здоровых людей [10]. Наши данные о понижении общей ВРС и парасимпатической активности у лиц старшего возраста без АГ находят отражение в авторитетных работах, в которых ВРС рассматривают в качестве предиктора изменения механизма внимания и беспокойства [11], а также многообещающего раннего биомаркера когнитивных нарушений в популяциях без деменции или инсульта [6]. Напротив, высокий уровень

ВРС ассоциирован с адекватными когнитивными характеристиками, включая выраженный эмоциональный фон и внимание [12]. Точно установлено, что сердечно-сосудистая и нейрокогнитивная системы работают не изолированно, а взаимосвязаны. При этом подчеркивается необходимость раннего измерения и контроля артериального давления, так как повышенное артериальное давление рассматривается в качестве раннего биомаркера когнитивных нарушений [13].

В нашей работе при наличии АГ у лиц второго среднего возраста в отличие от молодых людей ВРС характеризовалась при низком уровне психологического стресса меньшими значениями параметров SDNN, rMSSD, pNN(50) и ВП, которые указывали на меньшую общую ВРС и низкую парасимпатическую активность, а при среднем и высоком уровнях стресса снижение вышеуказанных параметров дополнялось более низким значением триангулярного индекса (TI), интегрально отражающего снижение ВРС. Это положение согласуется с выводами исследования, в котором наиболее устойчивое снижение ВРС рассматривали в качестве трансдиагностического биомаркера беспокойства [6].

Известно, что высокая аэробная ФА у тренированных молодых людей сопрягалась с возрастанием общей ВРС и парасимпатической активности [14]. Но в настоящем исследовании не было выявлено изменений ВРС в зависимости от уровня привычной ФА у нетренированных людей, что косвенно согласуется с исследованием, в котором даже у недостаточно активных молодых здоровых людей парасимпатическая активность повышалась по параметру rMSSD [3].

В отличие от молодых людей у пациентов с АГ второго среднего возраста и при низком уровне, и при умеренном и высоком уровнях ФА определялись снижение общей ВРС и парасимпатической активности, а также и напряжённость процессов регуляции ритма сердца по более высокому ИН. Кроме этих изменений, при умеренном и высоком уровнях ФА у пациентов второго среднего возраста по сравнению с молодыми людьми сниженный параметр SDANN отражал уменьшение симпатической активности, что можно отнести к положительному эффекту, обусловленному ФА, поскольку исследования последних лет свидетельствуют о том, что улучшение контроля АД и функции эндотелия сосудов с помощью силовых тренировок инспираторных мышц может снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний и других клинических расстройств [15].

Заклучение

У молодых людей и у лиц среднего возраста с АГ определялась довольно высокая частота избыточной массы тела и ожирения, низкого уровня ФА, а также среднего и высокого уровней психологического стресса.

Наличие среднего и высокого уровня стресса во втором среднем возрасте по сравнению с молодыми людьми даже у лиц контрольной группы снижало общую ВРС и парасимпатическую активность, а при наличии АГ при сравнении с молодыми людьми с АГ не только средний и высокий уровень стресса, но и низкий уровень стресса, равно как и любой уровень ФА были сопряжены со снижением общей ВРС и парасимпатической активности и напряженностью процессов регуляции ритма сердца. При этом наличие умеренного и высокого уровня ФА сопровождалось положительным изменением ВРС - уменьшением симпатиче-

ской активности ВНС. Методика определения предикторов развития АГ по данным ВРС, отражающих общую ВРС, симпато-вагальный баланс и напряженность процессов регуляции ритма сердца, ассоциированных с уровнями психологического стресса и физической активности, а также с возрастом, может транслироваться в амбулаторную практику для обозначения мишеней профилактических и реабилитационных мероприятий. Будущие долговременные исследования необходимы для определения параметров ВРС в качестве ранних маркеров риска АГ и демонстрации того, как ФА и управление стрессом могут повлиять на ВНС — индикатор не только психологического, но и физического благополучия.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Hegde S. M., Solomon S. D. Influence of Physical Activity on Hypertension and Cardiac Structure and Function. *Curr. Hypertens. Rep.* 2015; 17(10):77. DOI: 10.1007/s11906-015-0588-3
2. Осипова И. В., Мирошниченко А. И., Пырикова Н. В., Антропова О. Н., Куликов В. П., Алексенцева А. В. Долгосрочная вариабельность артериального давления и факторы риска у мужчин со стресс-индуцированной артериальной гипертензией. *Артериальная гипертензия.* 2014; 20(2):92-100. DOI: 10.18705/1607-419X-2014-20-2-92-100
3. Moraes Í. A. P., Silva T. D., Massetti T., Menezes L. D. C., Ribeiro V. F., Tropiano L. M. C. et al. Fractal correlations and linear analyses of heart rate variability in healthy young people with different levels of physical. *Cardiol. Young.* 2019; 29(10):1236-1242. DOI: 10.1017/S1047951119001793
4. Singla S., Jhamb S., Singh K. D., Kumar A. Depression affects autonomic system of the body? Yes, it does! *J. Educ. Health Promot.* 2020; 9:217. DOI: 10.4103/jehp.jehp_627_19
5. Hoshi R. A., Santos I. S., Dantas E. M., Andraeo R. V., Mill J. G., Lotufo P.A. et al. Reduced heart-rate variability and increased risk of hypertension—a prospective study of the ELSA-Brasil. *J. Hum. Hypertens.* 2021; DOI: 10.1038/s41371-020-00460-w
6. Chalmers J. A., Heathers J. A., Abbott M. J., Kemp A. H., Quintana D. S. Worry is associated with robust reductions in heart rate variability: A transdiagnostic study of anxiety psychopathology. *BMC Psychol.* 2016; 4(1):32. DOI: 10.1186/s40359-016-0138-z
7. Corr R., Pelletier-Baldelli F., Glier S., Bizzell J., Campbell A., Belger A. Neural mechanisms of acute stress and trait anxiety in adolescents. *Neuroimage Clin.* 2021; 29: 102543. DOI: 10.1016/j.nicl.2020.102543
8. Panizza M., Panizza D., Thomas S., Taha T. Clinical and non-clinical depression and anxiety in young people: A scoping review on heart rate variability. *Auton Neurosci.* 2017; 208:1-14. DOI: 10.1016/j.autneu.2017.08.008
9. Муромцева Г. А., Концевая А. В., Константинов В. В., Артамонова Г. В., Гагагонова Т. М., Дупляков Д. В. и др. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в российской популяции в 2012-2013 гг. Результаты исследования ЭССЕ-РФ. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2014; 13(6):4-11. DOI: 10.15829/1728-8800-2014-6-4-11.
10. Hu M. X., Milaneschi Y., Lamers F., Nolte I. M., Snieder H., Dolan C. V. et al. The association of depression and anxiety with cardiac autonomic activity: The role of confounding effects of antidepressants. *Depress. Anxiety.* 2019; 36:1163–1172. DOI: 10.1002/da.22966
11. Forte G., Favieri F., Oliha E. O., Marotta A., Casagrande M. Anxiety and Attentional Processes: The Role of Resting Heart Rate Variability. *Brain Sci.* 2021; 11:480. DOI: 10.3390/brainsci11040480
12. Forte G., Favieri F., Casagrande M. Heart Rate Variability and Cognitive Function: A Systematic Review. *Front. Neurosci.* 2019; 13:710. DOI: 10.3389/fnins.2019.00710. eCollection
13. Forte G., Forte M., Casagrande M. Effects of Blood Pressure on Cognitive Performance in Aging: A Systematic Review. *Brain Sci.* 2020; 10(12):919. DOI: 10.3390/brainsci10120919
14. Алексенко С.Н., Горбань В.В., Черноглазов К.С., Горбань Е.В. Маркеры адаптации к физическим нагрузкам у молодых людей приверженных здоровому образу жизни. *Кубанский научный медицинский вестник.* 2019; 26 (1): 28-35. DOI: 10.25207/1608-6228-2019-26-1-28-35
15. Craighead D. H., Heinbockel C., Freeberg K. A., Rossman M. J., Jackman R. A., Jankowski L. R. et al. Time-Efficient Inspiratory Muscle Strength Training Lowers Blood Pressure and Improves Endothelial Function, NO Bioavailability, and Oxidative Stress in Midlife/Older Adults With Above-Normal Blood Pressure. *J.Am.Heart. Assoc.* 2021; 10:e020980. DOI: 10.1161/JAHA.121.020980

Информация об авторах

Горбань Виталий Васильевич, д.м.н., заведующий кафедрой поликлинической терапии с курсом общей врачебной практики (Семейной медицины) ФПК и ППС, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Миздрава России, Краснодар, Россия. ORCID: 0000-0001-8665-6796; E-mail:gorbanvv@mail.ru.

Ковригина Ирина Валерьевна, к.м.н., ассистент кафедры поликлинической терапии с курсом общей врачебной практики (семейной медицины) ФПК и ППС, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Миздрава России, Краснодар, Россия. ORCID: 0000-0001-9966-8905; E-mail:kovriginairina2010@mail.ru.

Горбань Елена Витальевна, к.м.н., ассистент кафедры поликлинической терапии с курсом общей врачебной практики (семейной медицины) ФПК и ППС, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Миздрава России, Краснодар, Россия. ORCID: 0000-0002-5026-5053; E-mail:msgorban@mail.ru.

Меньших Валерия Сергеевна, клинический ординатор кафедры поликлинической терапии с курсом общей врачебной практики (семейной медицины) ФПК и ППС, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Миздрава России, Краснодар, Россия. ORCID: 0000-0001-5601-6034; E-mail:lera.menshikh@mail.ru.

Information about the authors

Vitaly V. Gorban, Dr. Sci. (Med.), Head of the chair of polyclinic therapy with course of general medical practice (family medicine) FPK and PPS. Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia. ORCID: 0000-0001-8665-6796; E-mail:gorbanvv@mail.ru.

Irina V. Kovrigina, Cand. Sci. (Med.), assistant of the Department polyclinic therapy with course of general medical practice (family medicine) FPK and PPS., Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia. ORCID: 0000-0001-9966-8905; E-mail:kovriginairina2010@mail.ru.

Elena V. Gorban, Cand. Sci. (Med.), assistant of the Department polyclinic therapy with course of general medical practice (family medicine) FPK and PPS., Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia. ORCID: 0000-0002-5026-5053; E-mail:msgorban@mail.ru.

Valeria S. Menshikh, Postgraduate of the Department polyclinic therapy with course of general medical practice (family medicine) FPK and PPS. Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia. ORCID: 0000-0001-5601-6034; E-mail:lera.menshikh@mail.ru.

Получено / Received: 31.07.2021

Принято к печати / Accepted: 18.08.2021