

Ассоциация вариабельности сердечного ритма с уровнем психосоциального стресса у мужчин 41-44 лет, проживающих в Москве

Драпкина О.М.¹, Розанов В.Б.¹, Концевая А.В.¹, Исайкина О.Ю.^{1*}, Муромцева Г.А.¹, Котова М.Б.¹, Акарачкова Е.С.²

¹ Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины, Москва, Россия

² Международное общество «Стресс под контролем», Москва, Россия

Цель. Изучение взаимосвязей вариабельности сердечного ритма (ВСР) с уровнем психосоциального стресса (ПС) и другими индикаторами риска сердечно-сосудистых заболеваний в выборке мужчин 41-44 лет, проживающих в Москве.

Материал и методы. Обследованы 299 мужчин в возрасте 41-44 года. Исследование включало клиническое обследование, опрос по стандартной анкете. Категоризацию факторов риска (ФР) сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) проводили в соответствии с общепринятыми критериями. Уровень ПС рассчитывали по шкале Ридера. В зависимости от уровня ПС все обследованные мужчины были распределены на 3 группы по терциям: 1-я группа (3,28-4,0 балла) – низкий уровень стресса, 2-я группа (2,71-3,14 балла) – средний уровень и 3-я группа (1,28-2,57 балла) – высокий уровень стресса. Анализ ВСР выполнен на основе короткой записи электрокардиограммы с использованием оригинального пакета программ.

Результаты. Непараметрический ANOVA показал, что средние значения [M(95%ДИ)] показателей временного домена ВСР (SDNN, rMSSD и состояние функциональных резервов регуляции) были ниже в группе мужчин с высоким уровнем ПС по сравнению с группой с низким уровнем ПС [25,3 (20,9-29,7) против 40,5 (30,7-50,3), $p=0,007$; 29,5 (24,6-34,3) против 49,5 (36,7-62,3), $p=0,030$; и 46,7 (44,7-48,6) против 49,7 (48,1-51,4), $p=0,019$; соответственно]. Напротив, средние значения [M(95%ДИ)] интегральных показателей ВСР (индекс напряжения и индекс вегетативного равновесия) были выше в группе мужчин с высоким уровнем ПС [635,8 (556,2-715,4) против 488,9 (423,8-554,1), $p=0,005$; 1172,6 (1045,1-1300,1) против 904,7 (790,0-1019,4), $p=0,003$; соответственно]. Результаты корреляционного и множественного регрессионного анализа подтвердили, что указанные показатели ВСР статистически значимо связаны не только с ПС, но и другими показателями (возраст, отношение окружность талии/окружность бедер, диастолическое АД). Однако их прогностическая значимость оказалась низкой, а доля объясненной дисперсии показателей ВСР составила от 2,5 до 13,1%.

Заключение. Ослабление автономной регуляции ритма сердца с понижением активности парасимпатического звена, активация центрального контура регуляции с превалированием симпатических влияний, уменьшение функциональных резервов системы регуляции ритма сердца ассоциируются с повышением уровня ПС и другими показателями риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, психосоциальный стресс, факторы риска, вегетативная нервная система

Для цитирования: Драпкина О.М., Розанов В.Б., Концевая А.В., Исайкина О.Ю., Муромцева Г.А., Котова М.Б., Акарачкова Е.С. Ассоциация вариабельности сердечного ритма с уровнем психосоциального стресса у мужчин 41-44 лет, проживающих в Москве. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии* 2022;18(3):242-250. DOI:10.20996/1819-6446-2022-06-03.

Association of Heart Rate Variability with the Psychosocial Stress Level in Men 41-44 Years Old Living in Moscow

Drapkina O.M.¹, Rozanov V.B.¹, Kontsevaya A.V.¹, Isaykina O.Yu.^{1*}, Muromtseva G.A.¹, Kotova M.B.¹, Akarachkova E.S.²

¹ National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia

² International society "Stress under control", Moscow, Russia

Aim. Research of the association of heart rate variability (HRV) with the level of psychosocial stress (PS) and other indicators of the risk of cardiovascular diseases in a sample of 41-44-year-old men living in Moscow.

Material and methods. A total of 299 men aged 41-44 years were examined. The study included a clinical examination and a survey using a standard questionnaire. The categorization of risk factors (RF) for cardiovascular diseases (CVD) was carried out in accordance with generally accepted criteria. The psychosocial stress was assessed using the Reeder scale. Depending on the psychosocial stress level, all surveyed men were divided into 3 groups by tertiles: group 1 (3,28-4,0 points) – mild stress, group 2 (2,71-3,14) – moderate stress, group 3 (1,28-2,57) – severe stress. The analysis of HRV was performed on the basis of a short recording of an electrocardiogram using the original software package.

Results. Nonparametric ANOVA showed that the mean [M (95% CI)] values of the HRV time domain (SDNN, rMSSD and the state of regulatory reserves) were lower in the group of men with high PS compared with the group with low PS [25.3 ms (20.9-29.7) versus 40.5 ms (30.7-50.3), $p=0.007$; 29.5 ms (24.6-34.3) versus 49.5 ms (36.7-62.3), $p=0.030$; and 46.7 (44.7-48.6) versus 49.7 (48.1-51.4), $p=0.019$; respectively]. On the contrary, the mean values [M (95% CI)] of the integral indicators of HRV (SI and IVR) were higher in the group of men with high PS [635.8 c.u. (556.2-715.4) versus 488.9 (423.8-554.1), $p=0.005$; 1172.6 (1045.1-1300.1) versus 904.7 (790.0-1019.4), $p=0.003$; respectively]. The results of correlation and multiple regression analysis confirmed that these HRV indicators are statistically significantly associated not only with PS, but also with other indicators (age, waist / hip ratio, diastolic blood pressure). However, their predictive value turned out to be low, and the proportion of the explained variance of HRV indices ranged from 2.5 to 13.1%.

Conclusion. The weakening of the autonomous regulation of the heart rate with a decrease in the activity of the parasympathetic link, the activation of the central circuit of regulation with the prevalence of sympathetic influences, a decrease in the functional reserves of the heart rate regulation system are associated with an increase in the level of PS and other indicators of the risk of cardiovascular diseases.

Key words: heart rate variability, psychosocial stress, risk factors, autonomic nervous system

For citation: Drapkina O.M., Rozanov V.B., Kontsevaya A.V., Isaykina O.Yu., Muromtseva G.A., Kotova M.B., Akarachkova E.S. Association of Heart Rate Variability with the Psychosocial Stress Level in Men 41-44 Years Old Living in Moscow. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology* 2022;18(3):242-250. DOI:10.20996/1819-6446-2022-06-03.

Received/Поступила: 10.03.2022

Accepted/Принята в печать: 06.04.2022

* Corresponding Author (Автор, ответственный за переписку):

oisaykina@gnicpm.ru

Введение

Регулирующая роль вегетативной нервной системы в деятельности органов кровообращения в настоящее время является объектом пристального внимания кардиологов, поскольку сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) представляют собой большую опасность для здоровья населения многих стран, ухудшая качество и снижая продолжительность жизни [1]. Частота сердечных сокращений (ЧСС) и ритм в значительной степени находятся под контролем вегетативной нервной системы (ВНС). Сложная и постоянно меняющаяся ЧСС является показателем здоровых регуляторных систем, которые могут эффективно адаптироваться к внезапным вызовам окружающей среды и психологическим проблемам [2]. Установлено, что сниженная вариабельность сердечного ритма (ВСР) является предиктором кардиоваскулярной смертности [3]. Психосоциальный стресс (ПС) как неизбежное следствие повседневной жизни человека ассоциируется с повышенным риском развития ССЗ [4] и не уступает по значимости традиционным факторам риска (ФР) ССЗ. Проблема хронического стресса, когда имеется постоянное повышенное напряжение регуляторных систем, касается практически всего населения, но особенно важна для отдельных профессиональных групп, труд которых сопряжен с воздействием комплекса стрессорных факторов [5]. Большинство клиницистов пока не признают ПС в качестве независимого ФР ССЗ и не ратуют за его лечение при ССЗ [6]. Давно известно, что острый стресс связан с сердечно-сосудистыми событиями [7], а долгосрочное влияние хронического стресса на физическое состояние, и, в частности, на ССЗ, было признано лишь недавно [8,9]. ВСР обычно используется в качестве количественного маркера, отражающего активность ВНС, связанную с психическим стрессом. Длительность регистрации ритма зависит от целей исследования и может колебаться от нескольких минут до 24 ч и больше. Короткие записи, продолжительностью 5 мин или менее, могут эффективно отражать высокочастотную ВСР, в тоже время для надежной оценки низкочастотных компонентов необходимы длительные записи продолжительностью не менее 24 ч [2,9,10]. Поскольку долгосрочные записи фиксируют изменения в более разнообразных ситуациях, они в большей степени отражают общее состояние системы и, как было установлено, лучше предсказывают состояние здоровья [2]. Однако, в силу практических соображений, наблюдается большой интерес к надежности (и валидности) индексов, рассчитанных на основе более коротких записей [2,11]. Физиологические механизмы ВСР основаны на том, что последовательный ряд кардиоинтервалов (кардиоритмограмма) отражает регуляторные влияния на синусный узел сердца отделов ВНС – симпатического и парасимпа-

тического. В состоянии покоя влияние обоих отделов ВНС на сердце уравновешено, наблюдается так называемый вегетативный баланс. В случае обнаружения ассоциаций с аномальной ВСР можно частично объяснить избыточный риск ССЗ, наблюдаемый при различных психосоциальных факторах [12]. Недостаток информации о роли ПС в ВСР послужил основанием для проведения данного исследования.

Цель исследования – изучить взаимосвязи ВСР с уровнем ПС и другими индикаторами риска ССЗ в популяционной выборке мужчин 41-44 лет, проживающих в Москве. Наше предположение основано на том, что повышенный ПС ассоциируется со снижением ВСР.

Материал и методы

Данное исследование проведено на базе НМИЦ ТПМ и является частью 32-летнего проспективного когортного наблюдения за динамикой основных ФР ССЗ у лиц мужского пола, начиная с детского возраста (11-12 лет). В исследование включены 299 (29,8%) представителей исходной популяционной выборки в возрасте 41-44 лет.

Исследование проводилось в соответствии с рекомендациями Хельсинкской декларации и было одобрено Комитетом по этике Национального медицинского исследовательского центра терапии и профилактической медицины, Москва, Россия (протокол № 07-03/12, 3 июля 2012 г.). Информированное согласие было получено от всех субъектов, участвующих в исследовании.

Обследование включало опрос по стандартной анкете (паспортные данные, сведения об образовании, социальном положении, личный и семейный анамнез, сведения о физической активности (ФА) и вредных привычках – курении, потреблении алкоголя); трехкратное измерение систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления (АД); измерение массы тела (МТ), роста, окружности талии (ОТ) и бедер (ОБ); определение уровня общего холестерина (ОХС), холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС ЛВП) и триглицеридов (ТГ). Для оценки избыточной МТ (избМТ) и ожирения (ОЖ) использовали индекс массы тела (ИМТ), для характеристики абдоминального ожирения рассчитывали отношение ОТ к ОБ (ОТ/ОБ). Категории ФР ССЗ (избыточная масса тела, ожирение, артериальная гипертензия, дислипотеинемия, курение, низкая физическая активность и избыточное употребление алкоголя) формировали в соответствии с критериями, детально представленными в предыдущих публикациях [13]. В частности, в группу артериальной гипертензии (АГ) включали лиц с уровнем АД $\geq 140/90$ мм рт.ст. или уровнем АД $< 140/90$ мм рт.ст., но получающих антигипертензивное лечение.

В качестве метода экспресс-диагностики уровня ПС использовали тест Ридера в адаптации О.С. Копиной и соавт. [14]. В целях обеспечения сопоставимости и достаточного числа субъектов в сравниваемых группах все участники исследования были классифицированы на 3 упорядоченные группы в зависимости от распределения показателей ПС по терцилям: 1 группа – мужчины с низким уровнем стресса (3,28-4,0 балла), 2 группа – со средним уровнем стресса (2,71-3,14 балла) и 3 группа – с высоким уровнем стресса (1,28-2,57 балла).

Исследование ВСП проводили в соответствии с актуальными рекомендациями [15]. Измерение 12 отведений ЭКГ покоя осуществлялось на компьютерном ЭКГ-комплексе Padsy (Medset Medizintechnik GmbH, Германия), утром натощак, в положении лежа на спине. Продолжительность записи электрокардиограммы составляла 3 мин. Анализ variability ритма сердца выполняли с использованием оригинального пакета программ [16], позволяющего рассчитывать как обычные статистические, геометрические и спектральные характеристики, так и значительное количество показателей нелинейной динамики. Анализировались только стационарные участки ритмограмм после устранения всех возможных артефактов и при наличии у пациента синусового ритма.

В данной публикации представлены параметры временного домена ВСП: SDNN (standard deviation of the NN intervals – стандартное отклонение от средней длительности всех интервалов NN, мс), rMSSD (the square root of the mean squared differences of successive NN interval – квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между величинами смежных NN-интервалов – нормальных интервалов RR, мс) и интегральные показатели ВСП: ИВР (индекс вегетативного равновесия), ИН (индекс напряжения регуляторных систем) и состояние функциональных резервов регуляции. Пропущенные значения некоторых переменных замещали с помощью метода линейной интерполяции.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью программного обеспечения SAS (Statistical Analysis System) 9.0 и SPSS Statistics 23 (IBM, США). Для проверки нормальности распределения количественных переменных использовали описательную статистику, гистограммы остатков и графики нормальной вероятности (Q-Q-plot). Данные представлены в виде среднего значения (M) и 95% доверительного интервала. Однородность дисперсий проверяли с помощью теста Левена. Для проверки гипотезы о наличии тренда между упорядоченными категориями ПС и бинарными переменными применяли тест Кохрана-Армитажа для линейных трендов. При оценке тренда между упорядоченными категориями ПС и количественными показателями ВСП использовали непараметрический тест

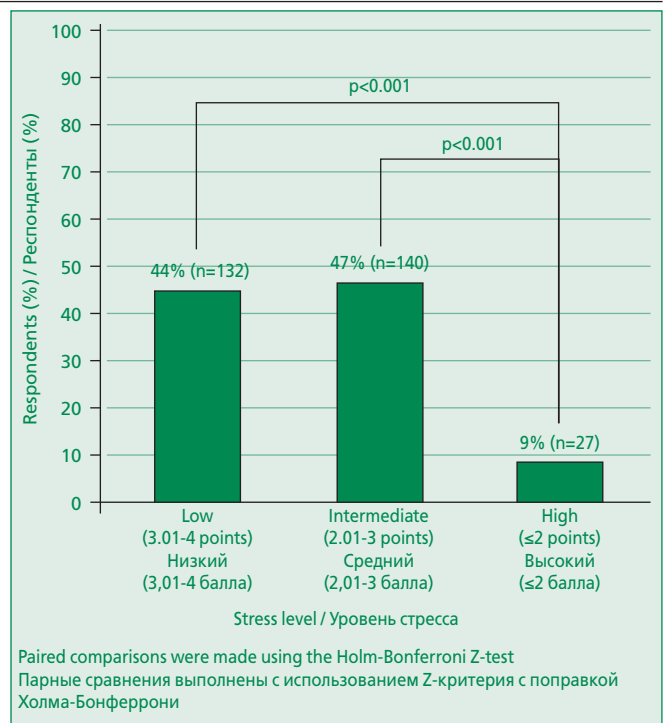


Figure 1. Distribution of men in the surveyed sample depending on the level of psychosocial stress (n=299)

Рисунок 1. Распределение мужчин в обследованной выборке в зависимости от уровня психосоциального стресса (n=299)

Джонхира-Терпстры. Апостериорные сравнения выполняли с помощью U-критерия Манна-Уитни с применением поправки Холма-Бонферрони. Силу и направление взаимосвязи между исследуемыми показателями оценивали с помощью коэффициентов корреляции (r) Пирсона. Для отображения возможной взаимосвязи между парами соответствующих количественных переменных (показателями ВСП и ПС) использовали диаграммы рассеяния. Ассоциацию отдельных показателей ВСП с психосоциальным стрессом и другими индикаторами риска ССЗ оценивали с помощью множественного линейного регрессионного анализа с пошаговым вводом независимых переменных в модель. Перед выполнением корреляционного и регрессионного анализа количественные переменные, не отвечающие критериям нормальности, были преобразованы с помощью логарифмической функции (Lg10). Критический уровень статистической значимости (p) принимался равным 0,05.

Результаты

В соответствии с целью исследования нами оценена частота различных категорий ПС в обследованной выборке мужчин среднего возраста с использованием твердых критериев. В частности (рис. 1), у 47% обследованных лиц мужского пола выявлен средний уровень ПС, а у 9% – высокий.

Table 1. Distribution of risk factors in groups of males sorted by the level of psychosocial stress

Таблица 1. Распределение факторов риска в группах лиц мужского пола, упорядоченных по уровню психосоциального стресса

Факторы риска	Уровень стресса			Тест Кохрана-Армитажа для тренда
	1 (n=104)	2 (n= 103)	3 (n=92)	
Избыточная МТ/ожирение, n (%)	75 (72,1)	68 (66,0)	58 (63,0)	Z=-1,36; p=0,174
Абдоминальное ожирение, n (%)	54 (51,9)	51 (49,5)	39 (42,4)	Z=-1,32; p=0,187
АГ, n (%)	33 (31,7)	39 (37,9)	42 (45,7)	Z=2,00; p=0,046
ДЛП, n (%)	80 (76,9)	72 (69,9)	69 (75,0)	Z=-0,35; p=0,729
Текущее курение, n (%)	49 (62,0)	41 (51,9)	45 (66,2)	Z=0,43; p=0,665
Низкая ФА, n (%)	34 (32,7)	22 (21,4)	23 (25,0)	Z=-1,27; p=0,204
Избыточное потребление алкоголя, n (%)	19 (18,3)	23 (22,3)	25 (27,2)	Z=1,49; p=0,136

МТ — масса тела, АГ — артериальная гипертензия, ДЛП — дислипотеинемия, ФА — физическая активность

Распределение лиц мужского пола с ФР ССЗ по группам, упорядоченным по уровню ПС, показано в табл. 1. Между уровнями ПС и частотой АГ прослеживается однонаправленный линейный тренд, т.е. при возрастании уровня ПС у мужчин отмечалось увеличение частоты АГ. Наблюдаемая взаимосвязь между уровнем ПС и частотой АГ была статистически значимая, но слабая ($\gamma=0,193$; $p=0,045$). Процент лиц с АГ, принимающих антигипертензивные препараты, был практически одинаков в группах с разным уровнем ПС: 24/33 (72,7%), 28/39 (71,8%) и 29/42 (69%): 24/33 (72,7%), 28/39 (71,8%) и 29/42 (69%); критерий Кохрана-Армитажа: $Z=-0,36$; $p=0,721$. Эти данные показали отсутствие статистической значимой связи между уровнем ПС и приверженностью антигипертензивной терапии.

Общая характеристика обследованной выборки лиц мужского пола по исходным показателям представлена в табл. 2. Средние отдельных показателей свидетельствуют о том, что значительное число мужчин обследованной выборки исходно имели избыточную МТ, абдоминальное ожирение, курение, злоупотребление алкоголем. Что касается показателей ВСР, то ИН регуляторных систем и ИВР превышали верхнюю границу референтных значений. Напротив, статистические средние, характеризующие состояние функциональных резервов регуляции, находились за нижней границей референтных значений.

Между групповыми статистическими средними SDNN, rMSSD, состоянием функциональных резервов регуляции и упорядоченными уровнями ПС наблюдался статистически значимый разнонаправленный линейный тренд, т.е. с увеличением уровня ПС снижались значения указанных показателей (табл. 3). Наибольшее снижение SDNN, rMSSD и состояния функциональных резервов регуляции наблюдалось у мужчин с высоким уровнем ПС (группа 3). Напротив, между групповыми статистическими средними интегральных показателей ВСР (ИН и ИВР) наблюдается статистически значимый однона-

Table 2. Characteristics of the surveyed sample of males according to initial indicators (n=299)

Таблица 2. Характеристика обследованной выборки лиц мужского пола по исходным показателям (n=299)

Исходные показатели	М (95% ДИ)
Возраст, лет	42,9 (42,9-43,0)
САД, мм рт.ст.	122 (121-124)
ДАД, мм рт.ст.	82 (81-84)
ИМТ, кг/м ²	27,7 (27,1-28,2)
ОТ, см	94,5 (93,0-96,0)
Отношение ОТ/ОБ	0,93 (0,92-0,94)
ОХС, ммоль/л	5,7 (5,6-5,9)
ХС ЛВП, ммоль/л	1,00 (0,96-1,04)
ТГ, ммоль/л	1,4 (1,4-1,6)
ХС ЛНП, ммоль/л	4,1 (3,9-4,2)
Занятия физкультурой и спортом, час/нед	2,1 (1,8-2,5)
Малоподвижное поведение, час/день	7,2 (6,8-7,6)
Количество потребляемого этанола, г/нед	131 (106-157)
ЧСС, уд/мин	64 (62-65)
SDNN, мс	33 (29-37)
rMSSD, мс	39 (34-45)
ИН, у.е.	554 (514-595)
ИВР	1024 (956-1091)
Состояние резервов регуляции	48 (47-49)

САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, ИМТ — индекс массы тела, ОТ — окружность талии, ОБ — окружность бедер, ОХС — общий холестерин, ХС ЛВП — холестерин липопротеинов высокой плотности, ТГ — триглицериды, ХС ЛНП — холестерин липопротеинов низкой плотности, ЧСС — частота сердечных сокращений, NN — интервалы только между нормальными сокращениями (в анализе не участвуют интервалы, записанные при нарушении сердечного ритма, а так же возникшие в результате внешних помех), SDNN — стандартное отклонение от средней длительности всех интервалов NN, rMSSD — квадратный корень из средней суммы квадратов разностей последовательных RR интервалов, ИВР — индекс вегетативного равновесия, ИН — индекс напряжения регуляторных систем, М — среднее значение, ДИ — доверительный интервал

правленный линейный тренд, т.е., с увеличением уровня ПС повышаются значения указанных показателей. Наибольшее увеличение ИН и ИВР наблюдалось у мужчин

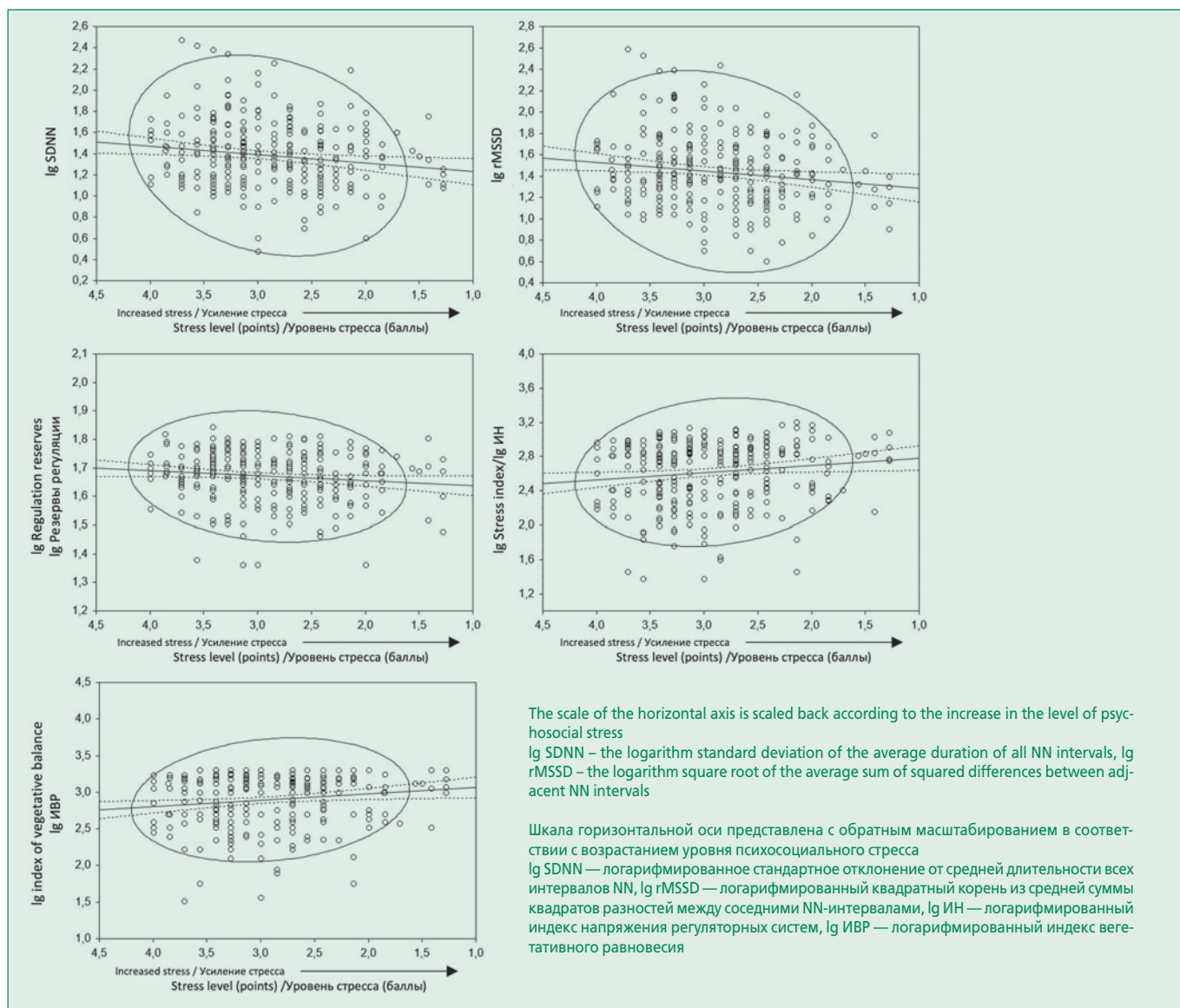
Table 3. Mean values of heart rate variability in males depending on the level of psychosocial stress

Таблица 3. Средние значения показателей variability сердечного ритма у лиц мужского пола в зависимости от уровня психосоциального стресса

Показатели	Уровень стресса			Статистика Джонкхира-Терпстры
	1 (n=104)	2 (n= 103)	3 (n=92)	
Возраст, лет	43,0 (42,9-43,1)	42,9 (42,8-42,9)	43,0 (42,9-43,1)	Z=-0,015; p=0,988
ЧСС, уд/мин	63,7 (61,8-65,7)	63,2 (61,1-65,2)	63,7 (61,5-65,9)	Z=-0,399; p=0,690
SDNN, мс	40,5 (30,7-50,3)	31,9 (25,9-37,9)	25,3 (20,9-29,7)	Z=-2,705; p=0,007
rMSSD, мс	49,5 (36,7-62,3)	38,4 (30,2-46,6)	29,5 (24,6-34,3)	Z=-2,084; p=0,037
ИН, у.е.	488,9 (423,8-554,1)	555,7 (479,6-631,9)	635,8 (556,2-715,4)	Z=2,766; p=0,006
ИВР	904,7 (790,0-1019,4)	1019,9 (892,2-1147,6)	1172,6 (1045,1-1300,1)	Z=2,942; p=0,003
Состояние резервов регуляции	49,7 (48,1-51,4)	46,8 (44,8-48,7)	46,7 (44,7-48,6)	Z=-2,373; p=0,018

Данные представлены в виде М (95% ДИ)

ЧСС — частота сердечных сокращений, SDNN — стандартное отклонение от средней длительности всех интервалов NN, rMSSD — квадратный корень из средней суммы квадратов разностей последовательных RR интервалов, ИВР — индекс вегетативного равновесия, ИН — индекс напряжения регуляторных систем, у.е. — условные единицы, М — среднее значение, ДИ — доверительный интервал



The scale of the horizontal axis is scaled back according to the increase in the level of psychosocial stress

lg SDNN – the logarithm standard deviation of the average duration of all NN intervals, lg rMSSD – the logarithm square root of the average sum of squared differences between adjacent NN intervals

Шкала горизонтальной оси представлена с обратным масштабированием в соответствии с возрастанием уровня психосоциального стресса

lg SDNN — логарифмированное стандартное отклонение от средней длительности всех интервалов NN, lg rMSSD — логарифмированный квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между соседними NN-интервалами, lg ИН — логарифмированный индекс напряжения регуляторных систем, lg ИВР — логарифмированный индекс вегетативного равновесия

Figure 2. Relationship between the studied parameters and the level of psychosocial stress

Рисунок 2. Взаимосвязь между изучаемыми параметрами и уровнем психосоциального стресса

с высоким уровнем ПС (группа 3). Таким образом, между показателями временного домена ВСР (SDNN, rMSSD), состоянием функциональных резервов регуляции и уровнем ПС у мужчин 41-44 лет наблюдался разнонаправленный линейный тренд, а между интегральными показателями ВСР (ИН и ИВР) – однонаправленный линейный тренд, что отражало преобладание симпатической активности в регуляции ритма сердца.

Диаграммы рассеяния (рис. 2) дают наглядное представление о том, что между SDNN, rMSSD, состоянием функциональных резервов регуляции и уровнем ПС имеется статистически значимая линейная взаимосвязь ($r=-0,15$, $p=0,012$; $r=-0,15$, $p=0,016$ и $r=-0,12$, $p=0,041$ соответственно). Направление взаимосвязи отрицательное, означающее, что SDNN, rMSSD и состояние функциональных резервов регуляции имели тенденцию уменьшаться с повышением ПС. Сила ассоциации слабая ($r<0,3$). Доля вариации SDNN, rMSSD и состояния функциональных резервов регуляции, объясненная линейной связью с уровнем ПС, очень мала, и составляла соответственно 1,9, 1,7 и 1,1%. Диаграммы рассеяния (см. рис. 2), показывают, что между ИН, ИВР и уровнем ПС также имеется статистически значимая линейная зависимость ($r=0,14$, $p=0,021$; $r=0,15$, $p=0,013$). Направление взаимосвязи положительное, означающее, что ИН и ИВР имеют тенденцию увеличиваться вместе с усилением ПС. Сила ассоциации также является слабой ($r<0,3$). Доля вариации ИН и ИВР, объясненная линейной связью с уровнем ПС, также очень мала, и составляет соответственно 1,6% и 1,9%.

Выявлена статистически значимая слабая отрицательная связь SDNN с ПС, САД, ДАД, ОТ/ОБ и ТГ (табл. 4). Аналогичной силы и направленности взаимосвязь обнаружена между rMSSD и другими исследуемыми показателями (ПС, САД, ДАД, ИМТ, ОТ, ОТ/ОБ, ОХС, ТГ и количество потребляемого этанола), а также между состоянием функциональных резервов регуляции, возрастом и количеством потребляемого алкоголя. Напротив, взаимосвязь ИН с ПС, САД, ДАД, ИМТ, ОТ, ОТ/ОБ, ОХС, ТГ и количеством времени, затрачиваемым на занятия физической культурой и спортом, а также взаимосвязь ИВР с ПС, ДАД, количеством времени, затрачиваемым на занятия физической культурой и спортом, была статистически значимой, положительной, но слабой силы. Итак, корреляционный анализ подтверждает наличие линейной взаимосвязи между параметрами ВСР и уровнями ПС, и другими индикаторами риска ССЗ. При этом взаимосвязь временных параметров ВСР (SDNN и rMSSD) с ПС и другими индикаторами риска ССЗ была отрицательной, а взаимосвязь интегральных показателей (ИН и ИВР) ВСР с ПС – положительной.

Ассоциацию отдельных показателей ВСР с психосо-

циальным стрессом и другими индикаторами риска ССЗ также оценивали с помощью множественного линейного регрессионного анализа (табл. 5). Исходно в регрессионную модель были введены независимые переменные (10 показателей), статистически значимо коррелировавшие с исследуемыми показателями ВСР (см. табл. 4). В окончательных моделях (см. табл. 5) в результате пошагового отбора остались 4 независимые переменные. Регрессионные модели оценены нами как состоятельные и доступные интерпретации, поскольку количество использованных наблюдений многократно превышало количество независимых переменных в модели, коэффициенты множественной корреляции (R) статистически значимые, коэффициенты регрессии также значимые, величины фактора инфляции дисперсии (VIF) свидетельствуют об отсутствии мультиколлинеарности. Отрицательные или положительные значения коэффициентов регрессии (B и beta), связанные с эффектом ПС, при интерпретации несут противоположный смысл из-за разнонаправленности значений шкал объясняемой переменной и ПС. Так, в представленных моделях множественного регрессионного анализа уровень ПС и показатель абдоминального ожирения ОТ/ОБ являются независимыми детерминантами SDNN, и в совокупности объясняют 3,8% его вариабельности. Индикатор ВСР-SDNN находится в обратной зависимости от уровня ПС и выраженности абдоминального ожирения. Квадрат частичной корреляции (R^2 -парциальный) показал, что доля дисперсии SDNN, уникально объясняемая уровнем ПС и показателем абдоминального ожирения ОТ/ОБ, составил соответственно 2,3% и 2,3%. Уровень ПС, ДАД и ОТ/ОБ являются независимыми детерминантами rMSSD, объясняя в совокупности 13,1% его вариабельности. Индикатор ВСР-rMSSD находился в обратной зависимости от уровня ПС, ДАД и выраженности абдоминального ожирения. Квадрат частичной корреляции (R^2 -парциальный) показал, что доля дисперсии rMSSD, уникально объясняемая уровнем ПС, ДАД и показателем абдоминального ожирения ОТ/ОБ составил соответственно 3,2, 8,8 и 2,8%.

Результаты множественного линейного регрессионного анализа также показали, что уровень ПС, ДАД и ОТ/ОБ являлись независимыми детерминантами ИН регуляторных систем, объясняя в совокупности 7,5% его вариабельности. ИН находится в прямой зависимости от уровня ПС, ДАД и величины абдоминального ожирения. Квадрат частичной корреляции (R^2 -парциальный) показал, что доля дисперсии ИН, уникально объясняемая уровнем ПС, ДАД и ОТ/ОБ составляет соответственно 2,1, 4,3 и 2,4%. С ИВР связаны уровень ПС и показатель абдоминального ожирения ОТ/ОБ, которые в совокупности объясняют 7,3% его вариабельности. ИВР находится в прямой зависимости от уровня ПС и величины абдоминального ожирения.

Table 4. Pearson correlations (r) between measures of heart rate variability and indicators of cardiovascular risk (n=299)
Таблица 4. Корреляции Пирсона (r) между показателями variability сердечного ритма и индикаторами сердечно-сосудистого риска (n=299)

Параметр	lg SDNN	lg rMSSD	lg ИН	lg ИВР	lg Состояние резервов регуляции
ПС	r=-0,17; p=0,004	r=-0,28; p=0,001	r=0,23; p<0,001	r=0,11; p=0,048	r=-0,09; p=0,106
Возраст, лет	r=-0,03; p=0,634	r=-0,04; p=0,511	r=0,04; p=0,545	r=0,03; p=0,623	r=-0,13; p=0,025
САД, мм рт.ст.	r=-0,12; p=0,032	r=-0,19; p=0,001	r=0,17; p=0,004	r=0,11; p=0,060	r=-0,04; p=0,447
ДАД, мм рт.ст.	r=-0,16; p=0,005	r=-0,22; p<0,001	r=0,19; p=0,001	r=0,13; p=0,029	r=-0,08; p=0,156
ИМТ, кг/м ²	r=-0,10; p=0,075	r=-0,19; p=0,001	r=0,13; p=0,022	r=0,07; p=0,199	r=-0,03; p=0,775
ОТ, см	r=-0,12; p=0,043	r=-0,20; p<0,001	r=0,15; p=0,009	r=0,10; p=0,102	r=-0,05; p=0,413
Отношение ОТ/ОБ	r=-0,14; p=0,017	r=-0,19; p<0,001	r=0,16; p=0,005	r=0,11; p=0,049	r=-0,09; p=0,131
ОХС, ммоль/л	r=-0,10; p=0,073	r=-0,14; p=0,016	r=0,11; p=0,050	r=0,09; p=0,144	r=-0,02; p=0,704
ХС ЛПВП, ммоль/л	r=0,05; p=0,362	r=0,04; p=0,354	r=-0,07; p=0,242	r=-0,05; p=0,380	r=-0,02; p=0,785
ТГ, ммоль/л	r=-0,11; p=0,051	r=-0,16; p=0,006	r=0,12; p=0,040	r=0,07; p=0,216	r=-0,04; p=0,449
ХС ЛПНП, ммоль/л	r=-0,09; p=0,143	r=-0,11; p=0,065	r=0,10; p=0,093	r=0,08; p=0,173	r=-0,003; p=0,956
Занятия физкультурой и спортом, час/нед	r=-0,08; p=0,175	r=-0,04; p=0,515	r=0,12; p=0,038	r=0,14; p=0,014	r=-0,03; p=0,620
Малоподвижное поведение, час/день	r=0,08; p=0,183	r=0,05; p=0,407	r=-0,05; p=0,353	r=-0,06; p=0,290	r=0,03; p=0,667
Количество потребляемого этанола, г/нед	r=-0,10; p=0,090	r=-0,13; p=0,023	r=0,11; p=0,067	r=0,10; p=0,010	r=-0,14; p=0,016

Данные представлены в виде M (95% ДИ)

ЧСС — частота сердечных сокращений, SDNN — стандартное отклонение от средней длительности всех интервалов NN, rMSSD — квадратный корень из средней суммы квадратов разностей последовательных RR интервалов, ИВР — индекс вегетативного равновесия, ИН — индекс напряжения регуляторных систем, у.е. — условные единицы, M — среднее значение, ДИ — доверительный интервал

Table 5. Results of multiple linear regression analysis of the relationship between heart rate variability and psychosocial stress and other risk indicators in men aged 41-44 years

Таблица 5. Результаты множественного линейного регрессионного анализа связи между показателями variability сердечного ритма и психосоциального стресса и другими индикаторами риска у мужчин 41-44 лет

Независимые переменные	B (95%ДИ)	p	b	R	R ² (partial)	R ² (adjusted)	VIF
lg SDNN							
Уровень ПС, баллы	0,083 (0,022-0,145)	0,008	0,158	0,213**	0,023	0,038	1,002
ОТ/ОБ	-0,614 (-1,089-0,139)	0,011	-0,150		0,023		1,002
lg rMSSD							
Уровень ПС, баллы	0,116 (0,024-0,208)	0,009	0,195	0,290***	0,032	0,131	1,040
ДАД, мм рт.ст.	-0,006 (-0,011-0,001)	0,025	-0,191		0,088		1,219
ОТ/ОБ	-0,783 (-1,489-0,077)	0,030	-0,182		0,028		1,177
lg ИН							
Уровень ПС, баллы	-0,098 (-0,174-0,021)	0,013	-0,162	0,251***	0,021	0,075	1,019
ДАД, мм рт.ст.	0,004 (-0,0001-0,008)	0,054	0,134		0,043		1,158
ОТ/ОБ	0,738 (0,136-1,341)	0,016	0,166		0,024		1,155
lg ИВР							
Уровень ПС, баллы	-0,132 (-0,219- -0,046)	0,003	-0,238	0,192**	0,058	0,073	1,000
ОТ/ОБ	0,660 (0,035-1,286)	0,039	0,165		0,027		1,000
lg Состояние резервов регуляции							
Уровень ПС, баллы	0,017 (0,0001-0,034)	0,049	0,118	0,178*	0,014	0,025	1,001
Возраст, годы	-0,024 (-0,046- -0,002)	0,031	-0,129		0,018		1,001

* - p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001

Зависимые переменные: lg SDNN — логарифмированное стандартное отклонение от средней длительности всех интервалов NN, lg rMSSD — логарифмированный квадратный корень из средней суммы квадратов разностей между соседними NN-интервалами, lg ИН — логарифмированный индекс напряжения регуляторных систем, lg ИВР — логарифмированный индекс вегетативного равновесия.

B — коэффициент регрессии, ДИ — доверительный интервал, p — уровень значимости, b (beta) — стандартизованный коэффициент регрессии, R — коэффициент множественной корреляции, R² — коэффициент множественной детерминации, R² (partial) — частный коэффициент детерминации, R² (adjusted) — скорректированный коэффициент множественной детерминации

VIF — Variance Inflation Factor, фактор инфляции дисперсии, ПС — психосоциальный стресс, ОТ — окружность талии, ОБ — окружность бедер, ДАД — диастолическое артериальное давление.

Доля дисперсии ИВР, уникально объясняемая уровнем ПС, и ОТ/ОБ составила соответственно 5,8 и 2,7%. Следовательно, изменения вегетативного баланса регуляторных систем в виде активации центрального контура, усиления симпатической регуляции статистически значимо связаны с повышением ПС, увеличением ДАД и соотношения ОТ/ОБ.

Независимыми детерминантами состояния функциональных резервов регуляции являлись уровень ПС и возраст участников исследования, объясняя в совокупности 2,5% его вариабельности. Состояние функциональных резервов регуляции находилось в обратной зависимости от уровня ПС и возраста. Доля вариабельности состояния функциональных резервов регуляции, объясняемая уровнем ПС и возрастом, составила соответственно 1,4% и 1,8%.

Обсуждение

В данной работе изучались ассоциации между ВСР с уровнем ПС и другими индикаторами риска ССЗ у мужчин среднего возраста. Ранее в нашей стране подобных исследований не проводилось. В доступной зарубежной научной литературе такие исследования также встречаются редко, и преимущественно посвящены отдельным аспектам изучаемой проблемы.

Основные результаты нашего исследования показали, что больше половины обследованных мужчин имели ПС: 47% – среднего и 9% – высокого уровня. Установлено, что увеличение уровня ПС у мужчин 41-44 лет ассоциируется с повышенной частотой АГ. Известно, что патофизиологический механизм стресса включает в себя, помимо нейрогуморального возбуждения и гормональных сдвигов, также и повышение АД [17], которое может привести к развитию АГ. Одним из примеров реакции организма на стресс в виде подъема АД является гипертензия «белого халата».

ПС влияет на ВСР, которая отражает работу механизмов регуляции не только сердечно-сосудистой системы, но и организма в целом. Снижение парасимпатических влияний в покое по показателям ВСР (SDNN, rMSSD) указывает на повышение активности симпатического тонуса, что также свидетельствует о стрессорных влияниях на регуляцию сердечно-сосудистой деятельности. Таким образом, ослабление автономной регуляции ритма сердца и превалирование симпатических влияний, снижение активности парасимпатического отдела ВНС, повышение напряженности регуляторных систем и уменьшение функциональных резервов регуляции ассоциируются с повышением уровня ПС.

Результаты корреляционного и множественного регрессионного анализа подтвердили, что перечисленные показатели ВСР, отражающие снижение парасимпатического тонуса, статистически значимо связаны не только с ПС, но и с другими факторами риска ССЗ:

возрастом, увеличением ДАД и абдоминальным ожирением. Эти данные согласуются с имеющимися в литературе примерами снижения ВСР: при различных видах стресса (экзаменационном, стрессе, связанном с работой, и другим ПС), эссенциальной АГ, метаболическом синдроме [18,19,20].

К настоящему времени опубликованы результаты нескольких исследований по влиянию ПС на разные показатели сердечно-сосудистой системы и риск заболеваний. Интересным является взаимосвязь показателей, отражающих состояние как церебральных, так и соматических, и вегетативных функций, в том числе – в возрастном и проспективном аспектах [21,22,23]. Согласно ранее проведенным исследованиям негативное влияние на показатели регуляции сердечно-сосудистой деятельности, метаболизм и вегетативный тонус зависит от длительности и выраженности стресса [23]. В нашем исследовании выявлена статистически значимая связь нарушений вегетативной регуляции сердечного ритма с уровнем ПС и другими индикаторами риска ССЗ. Эти данные подтверждают важность изучения ВСР для долгосрочного прогноза у пациентов в группе риска по ССЗ.

Сохраняющееся снижение ВСР после стресса может свидетельствовать о более низкой адаптивности и функциональном ограничении как структур сердечно-сосудистой системы, так и регулирующих вегетативных влияний. Стрессовая перегрузка может вызывать временное нарушение гомеостаза, а в дальнейшем – стойкие биологические изменения в сердечно-сосудистой системе.

Учет на ранних стадиях вызванных стрессом регуляторных нарушений имеет прогностическое значение для развития сердечно-сосудистых осложнений. Анализ ВСР является высокочувствительным методом мониторинга функционирования ВНС, позволяющий использовать его для своевременного выявления дисбаланса вегетативной регуляции и оценки функциональных резервов в процессе адаптации организма к различным психосоциальным и другим воздействиям.

Ограничения исследования

Исследование выполнено на однородной по возрасту группе, проживающей в сходных условиях. Ограничением этого исследования, как и всех продолжительных проспективных исследований, является ис托щение исходной выборки, главным образом, за счет низкого отклика приглашенных к исследованию, что, несомненно, могло повлиять на результаты. Данный фрагмент длительного проспективного исследования является одномоментным по своему дизайну, что не позволяет оценивать полученные результаты с точки зрения причинно-следственных связей. Ограничением исследования также является и тот факт, что не анализи-

ровались конкретные кардиологические препараты, принимаемые с лечебной целью, которые, возможно, могли оказать влияние на вариабельность ритма сердца.

Заключение

Анализ ВСР на основе короткой (трехминутной) регистрации электрокардиограммы в выборке мужчин 41-44 лет позволил оценить связь ВСР с ПС.

Показано, что вегетативная регуляция сердечного ритма статистически значимо зависит от ПС и других индикаторов риска сердечно-сосудистых заболеваний. Выявлена сопряженность показателей временных параметров (SDNN и rMSSD), а также интегральных показателей (ИВР, ИН и состояние функциональных резервов регуляции) ВСР с уровнем ПС, проявляющаяся в ослаблении автономной регуляции ритма сердца с понижением активности парасимпатического звена,

References / Литература

1. Boytsov SA, Drapkina OM, Shlyakhto EV, et al. Epidemiology of Cardiovascular Diseases and their Risk Factors in Regions of Russian Federation (ESSE-RF) study. Ten years later. Cardio-vascular Therapy and Prevention. 2021;20(5):3007 (In Russ.) [Бойцов С.А., Драпкина О.М., Шлякто Е.В., и др. Исследование ЭССЕ-РФ (Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний и их факторов риска в регионах Российской Федерации). Десять лет спустя. Кардиоваскулярная Терапия и Профилактика. 2021;20(5):3007]. DOI:10.15829/1728-8800-2021-3007.
2. Pham T, Lau ZJ, Chen SHA, Makowski D. Heart Rate Variability in Psychology: A Review of HRV Indices and an Analysis Tutorial. Sensors (Basel). 2021;21(12):3998. DOI:10.3390/s21123998.
3. Fang SC, Wu YL, Tsai PS. Heart Rate Variability and Risk of All-Cause Death and Cardio-vascular Events in Patients With Cardiovascular Disease: A Meta-Analysis of Cohort Studies. Biol Res Nurs. 2020;22(1):45-56. DOI:10.1177/1099800419877442
4. Satyjee F, Naz S, Kumar V, et al. Psychological Stress as a Risk Factor for Cardiovascular Disease: A Case-Control Study. Cureus. 2020;12(10):e10757. DOI:10.7759/cureus.10757
5. Baeviskij RM, Ivanov GG, Chirejkin L.V, et al. Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems (part 1). Journal of Arrhythmology. 2002;(24):65-87 (In Russ.) [Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1). Вестник Аритмологии. 2002;(24):65-87].
6. Dar T, Radfar A, Abohashem S, et al. Psychosocial Stress and Cardiovascular Disease. Curr Treat Options Cardiovasc Med. 2019;21(5):23. DOI:10.1007/s11936-019-0724-5
7. Strike PC, Perkins-Porras L, Whitehead DL, et al. Triggering of acute coronary syndromes by physical exertion and anger: clinical and sociodemographic characteristics. Heart. 2006;92(8):1035-40. DOI:10.1136/hrt.2005.077362.
8. Batty GD, Russ TC, Stamatakis E, Kivimäki M. Psychological distress and risk of peripheral vascular disease, abdominal aortic aneurysm, and heart failure: pooling of sixteen cohort studies. Atherosclerosis. 2014;236(2):385-8. DOI:10.1016/j.atherosclerosis.2014.06.025.
9. Stewart AH, Colquhoun D, Marschner SL, et al. LIPID Study Investigators. Persistent psychosocial distress and mortality in patients with stable coronary artery disease. Heart. 2017;103(23):1860-6. DOI:10.1136/heartjnl-2016-311097.
10. Salahuddin LC, Jeong MG, Kim D. Ultra short-term analysis of heart rate variability for monitoring mental stress in mobile settings. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. 2007;2007:4656-9. DOI:10.1109/IEMBS.2007.4353378.
11. Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. Front. Public Health. 2017;5:258. DOI:10.3389/fpubh.2017.00258.
12. Boytsov SA, Belozertseva IV, Kuchmin AN, et al. Age features of changes in heart rate variability in practically healthy individuals. Journal of Arrhythmology 2002;(26):57-60 (In Russ.) [Бойцов С.А., Белозертцева И.В., Кучмин А.Н., и др. Возрастные особенности изменения показателей вариабельности сердечного ритма у практически здоровых лиц. Вестник Аритмологии. 2002;(26):57-60].

About the Authors/Сведения об авторах:

Исайкина Олеся Юрьевна [Olesya Yu. Isaykina]
eLibrary SPIN 3053-4099 ORCID 0000-0002-8939-0716
Розанов Вячеслав Борисович [Vyatcheslav B. Rozanov]
eLibrary SPIN 6359-3735; ORCID 0000-0002-7090-7906
Муромцева Галина Аркадьевна [Galina A. Muromtseva]
ORCID 0000-0002-0240-3941
Котова Марина Борисовна [Marina B. Kotova]
eLibrary SPIN 9581-1147; ORCID 0000-0002-6370-9426

активации центрального контура регуляции с прева-лированием симпатических влияний, уменьшении функциональных резервов системы регуляции ритма сердца при повышении уровня ПС и других индикаторов риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Необходимы дальнейшие исследования по изучению влияния психосоциальных факторов на ВСР.

Отношения и Деятельность. Нет.
Relationships and Activities. None.

Финансирование: Исследование проведено при поддержке Национального медицинского исследовательского центра терапии и профилактической медицины.

Funding: The study was performed with the support of the National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine.

13. Aleksandrov AA, Rozanov VB, Zvolinskaya EYu, Pugoeva KS. Risk factor prevalence and probability of fatal cardiovascular events in men 42-44 years old. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2016;15(4):38-43 (In Russ.) [Александров А.А., Розанов В.Б., Зволинская Е.Ю., Пугоева Х.С. Частота факторов риска и вероятность развития фатальных сердечно-сосудистых заболеваний среди мужчин 42-44 лет. Кардиоваскулярная Терапия и Профилактика. 2016;15(4):38-43]. DOI:10.15829/1728-8800-2016-4-38-43.
14. Kopina OS, Souslova EA, Zaikin EV. Population studies of psychosocial stress as a risk factor for cardiovascular diseases. Kardiologiya. 1996;(3):53-6 (In Russ.) [Копина О.С., Суслова Е.А., Заикин Е.В. Популяционные исследования психосоциального стресса как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний. Кардиология. 1996;(3):53-6].
15. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. Eur Heart J. 1996;17(3):354-81.
16. Chaikovskiy IA, Kalnysh VV, Krivova OA, et al. Assessment of mental tension to emotionally significant situations in operators. Ukrainian Journal of Occupational Health. 2015;43(2):41-52 (In Russ.) [Чайковский И.А., Кальниш В.В., Кривова О.А., и др. Оценка психического напряжения оператора на эмоционально значимых ситуациях. Украинский Журнал з Проблем Медицини Праці. 2015;43(2):41-52]. DOI:10.33573/ujoh2015.02.041.
17. Carney RM, Freedland KE, Veith RC. Depression, the autonomic nervous system, and coronary heart disease. Psychosom Med. 2005;67 Suppl 1:S29-S33. DOI:10.1097/01.psy.0000162254.61556.d5.
18. Melillo P, Bracale M, Pecchia L. Nonlinear Heart Rate Variability features for real-life stress detection. Case study: students under stress due to university examination. Biomed Eng Online. 2011;(10):96. DOI:10.1186/1475-925X-10-96.
19. Sheng CS, Li FK, Cheng YB, et al. Blood pressure and heart rate variability and baroreflex sensitivity in white-coat, masked, and sustained hypertension. Hypertens Res. 2020;43(8):772-80. DOI:10.1038/s41440-020-0413-5.
20. Gouin JP, Thayer JF, Deschênes SS, et al. Implicit Affect, Heart Rate Variability, and the Metabolic Syndrome. Psychosom Med. 2021;83(1):24-32. DOI:10.1097/PSY.0000000000000879.
21. Foguet-Boreu Q, Ayerbe García-Morzon L. Psychosocial stress, high blood pressure and cardiovascular risk. Hipertens Riesgo Vasc. 2021;38(2):83-90. DOI:10.1016/j.hipert.2020.09.001.
22. Zhang Y, Lü W. Effect of childhood maltreatment on cardiovascular response habituation to repeated psychosocial stress. Int J Psychophysiol. 2022;172:10-16. DOI:10.1016/j.ijpsycho.2021.12.005.
23. Mohammadi A, Emamgoli A, Shirinkalam M, et al. The persistent effect of acute psychosocial stress on heart rate variability. Egypt Heart J. 2019;71(1):18. DOI:10.1186/s43044-019-0009-z.

Концевая Анна Васильевна [Anna V. Kontsevaya]
ORCID 0000-0003-2062-1536
Драпкина Оксана Михайловна [Oxana M. Drapkina]
ORCID 0000-0002-4453-8430
Акарачкова Елена Сергеевна [Elena S. Akarachkova]
ORCID 0000-0002-7629-3773