

УДК 616.12-008.331.1-053.6(571.65)

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ КАРДИОРИТМА И ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ ЭКГ У ДОПРИЗЫВНИКОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ С ВАГОТОНИЧЕСКИМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

© 2018 г. А. Н. Лоскутова, А. Л. Максимов

ФГБУН Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, г. Магадан

Цель – определение количественных характеристик временных вариаций дисперсионного картирования ЭКГ (ДК ЭКГ) и вариабельности сердечного ритма (ВСР) у европеоидов, уроженцев Магаданской области в 1–2 поколениях, с исходным ваготоническим типом вегетативной регуляции. *Методы*: Проведен анализ соотношений показателей ВСР и ДК ЭКГ сердца среди волонтеров мужского пола в возрасте 15–17 лет, у которых исходный уровень активности их вегетативной нервной системы (ВНС) характеризовался ваготонической направленностью (68 человек из 160): умеренной – группа 1 (41 человек) и выраженной – группа 2 (27 человек) соответственно. *Результаты*: При сопоставлении показателей ВСР с усредненными значениями ДК по характеристике «Ритм» оказалось, что в группе 2 диапазон значений соответствовал 19–40 % (норма до 20 %), достоверно превышая величины, характерные для группы 1 (10–23 %). Значения интегрального показателя «Миокард» в двух группах приближались к верхней границе нормы (15–17 %). Наибольшее количество ненулевых значений, указывающих на сходства с эталонами патологии, наблюдается по показателям G1–G2 и G9. Более чем у половины волонтеров из группы 2 значения характеристик G1–G2 указывали на отклонения деполяризации в предсердиях при различных видах локализации потенциалов, ее вызывающих. Чаще наблюдались отклонения по показателю G9 с диапазоном колебаний значений до 5 усл. ед. Случаи невыраженных отклонений дисперсионных характеристик по показателям G3–G8 в сторону пограничных состояний нормы были единичны. *Выводы*: В группах с умеренным и повышенным уровнем влияния автономного регуляторного контура на ритм сердца отмечаются различия по всем анализируемым показателям кардиоритма. При выраженной ваготонической направленности чаще наблюдаются отклонения кардиоритма от нормы, сходства с эталонами патологии в процессах деполяризации предсердий при различных видах локализации потенциалов, ее вызывающих (G1–G2), а также сходства в усилении вариаций скоростных характеристик начального фронта деполяризации желудочков (G9).

Ключевые слова: допризывники, вариабельность сердечного ритма, дисперсионное картирование ЭКГ, исходный тип вегетативной регуляции

HEART RATE VARIABILITY AND DISPERSION MAPPING OF ECG IN MAGADAN REGION PRE-INDUCTEES WITH VAGOTONIC TYPE OF AUTONOMIC REGULATION

A. N. Loskutova, A. L. Maksimov

Scientific Research Center “Arktika” Far-eastern Branch Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia

Aim: Determination of quantitative characteristics of temporal variations in ECG dispersion mapping (DM ECG) and heart rate variability (HRV) in Caucasians, born in Magadan Region in the 1st and 2nd generation, with the initial vagotonic type of autonomic regulation. *Methods*: The ratio of HRV parameters to heart ECG was analyzed among male volunteers aged 15–17, whose initial autonomic nervous system (ANS) activity level was characterized by vagotonic orientation (68 people out of 160): moderate - group 1 (41 people) and pronounced - group 2 (27 people), respectively. *Results*: When comparing the HRV parameters with the averaged values of the DM for the “Rhythm” characteristic, it turned out that in group 2 the range of values corresponded to 19–40 % (the norm up to 20 %) significantly exceeding the values characteristic for group 1 (10–23 %). The “Myocardium” integral indicator values in the two groups were close to the upper limit of the norm (15–17 %). The greatest number of non-zero values indicating the reference pathology similarities is observed in G1–G2 and G9. More than half of the volunteers in group 2 had G1–G2 characteristics indicating depolarization deviations in the atria caused by different localization of the potentials. The G9 indicator deviations with a value fluctuations ranging up to 5 conv. units were observed more often. The non-expressed deviations of dispersion characteristics in terms of the G3–G8 indices toward the boundary states of the norm were single. *Conclusions*: In groups with a moderate and elevated level of autonomic regulatory contour influence on the heart rhythm, there are differences in all the analyzed cardiorhythm parameters. With pronounced vagotonic orientation, cardiorhythm deviations, similarly with the reference pathology in the processes of atrial depolarization caused by different localization of the potentials (G1–G2), as well as in the ventricle depolarization initial front velocity characteristics enhancements are noted more often (G9).

Key words: pre-inductees, heart rate variability, ECG dispersion mapping, initial type of autonomic regulation

Библиографическая ссылка:

Лоскутова А. Н., Максимов А. Л. Вариабельность кардиоритма и дисперсионного картирования ЭКГ у допризывников Магаданской области с ваготоническим типом вегетативной регуляции // Экология человека. 2018. № 7. С. 36–42.

Loskutova A. N., Maksimov A. L. Heart Rate Variability and Dispersion Mapping of ECG in Magadan Region Pre-Inductees with Vagotonic Type of Autonomic Regulation. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 7, pp. 36–42.

В настоящее время при скрининге функционального состояния и профилактических осмотрах все шире используется метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) и дисперсионного картирования (ДК) электрокардиограммы (ЭКГ). Важность оценки ВСР заключается в раннем выявлении у человека нарушений вегетативного баланса, которые не только могут выступать как показатели донозологических функциональных изменений, но и быть предвестниками различных патологических процессов [3, 8, 9]. Метод ДК ЭКГ отличается высокой чувствительностью и прогностической значимостью среди неинвазивных подходов к контролю изменений метаболических процессов миокарда и их патологических предвестников, так как низкоамплитудные микроальтерации временных интервалов кардиокомплекса PQRSST начинают изменяться раньше зубцов стандартной ЭКГ [2]. Современные методы ДК ЭКГ основаны на анализе вторичных расчетных признаков, получаемых из исходной ЭКГ с учетом не только зубца Т, но и зубца R. При этом характеристики микроальтераций имеют существенно более высокую информативность, чем дисперсионные характеристики, основанные только на анализе зубца Т [2, 9, 18, 20]. Как указывают авторы, этого удалось достичь на основе использования новой модели биоэлектрического генератора сердца, где основа изменений низкоамплитудных колебаний ЭКГ-сигнала была связана с нарушениями ионно-транспортной функции, структуры клеточных мембран и митохондриального энергообразования, нарушениями микроциркуляции и рядом других факторов. В этом случае характер и степень изменения микроальтераций являются новой диагностической областью признаков, отражающих «запас» электрофизиологических компенсаторных возможностей сердца.

Наиболее информативные изменения со стороны показателей ВСР и ДК выявляются при сердечно-сосудистых заболеваниях, патофизиологический аспект которых в значительной степени проявляется метаболическими изменениями: увеличением потребности миокарда в кислороде, нарушениями электрической проводимости, активации тромбообразования [1, 12, 15]. Имеется опыт параллельного использования ДК и ВСР, показывающий, что у практически здоровых людей микроамплитудные колебания ЭКГ имеют периодический характер и в подавляющем случае определяются изменениями баланса вегетативной нервной системы (ВНС) [13]. Установлены нарушения процессов деполяризации предсердий при выраженном дефиците «вагусных резервов», а в случаях повышения уровня централизации отмечается усиление вариаций микроальтераций амплитудных колебаний скоростных характеристик начального фронта деполяризации желудочков [13]. В программе «Марс-500» установлена негативная тенденция изменений в деятельности миокарда у участников при увеличении напряжения кардиорегуляторных систем вегетативной регуляции [17]. Вместе с тем информативность

ДК ЭКГ при оценке донозологических состояний в популяциях практически здоровых лиц и целый ряд аспектов индивидуальных особенностей вариации характеристик ДК в зависимости от исходного уровня активности различных звеньев вегетативной (автономной) нервной системы остаются практически не изученными, особенно для уроженцев Севера из числа европеоидов, жизнедеятельность которых протекает в экстремальных природно-климатических условиях. Эти исследования становятся весьма актуальными в последние годы, когда принят целый ряд государственных документов, касающихся исследований северных и арктических регионов.

В этой связи целью работы является определение количественных характеристик временных вариаций дисперсионного картирования ЭКГ и ВСР у европеоидов, уроженцев Магаданской области в 1–2 поколениях, с исходным ваготоническим типом вегетативной регуляции.

Методы

Методом случайной выборки обследовано 160 волонтеров мужского пола в возрасте 15–17 лет, постоянных жителей Магаданской области. Согласно амбулаторным картам, волонтеры не имели в анамнезе хронических заболеваний, по данным анкетного опроса на момент обследования они не предъявляли жалоб и не являлись спортсменами. Согласно указанной цели работы, для дальнейшего анализа параметров ВСР и ДК ЭКГ из всей выборки было отобрано 68 волонтеров (42,5 %), у которых исходный уровень активности их ВНС характеризовался ваготонической направленностью с преобладанием автономной регуляции сердечного ритма (по показателям ВСР).

В первой половине дня у обследуемых после предварительного отдыха лежа на кушетке (фон) осуществлялась синхронная запись ВСР и ДК ЭКГ с использованием аппаратно-программных комплексов «ВК 2.5-Варикард» (г. Рязань, ООО «Рамена») и «КардиоВизор-06с». При записи и анализе ВСР руководствовались методическими рекомендациями группы российских экспертов [3]. Оценивали следующие общепринятые показатели ВСР: HR, уд./мин – частота сердечных сокращений; MxDMn, мс – разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов; Mo, мс – мода; AMo50, % – амплитуда моды; SDNN, мс – стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов; SI, усл. ед. – индекс напряжения регуляторных систем; D, мс² – дисперсия; IARS, балл – показатель активности регуляторных систем организма. Показатели спектрально-волновой составляющей кардиоритма: HF, мс² – абсолютная мощность спектра высокочастотного компонента вариабельности сердечного ритма в диапазоне 0,4–0,15 Гц; LF, мс² – абсолютная мощность спектра низкочастотного компонента вариабельности сердечного ритма в диапазоне 0,15–0,04 Гц; VLF, мс² – абсолютная мощность спектра очень низкочастотного компонента вариабельности ритма сердца в

диапазоне 0,04–0,015 Гц. Исходя из этих спектральных составляющих кардиоритма, определяли суммарную мощность спектра – TP, мс². Отметим, что анализ ультранизкочастотной составляющей ВСР (Ultra Low Frequency – ULF) с частотой выше 0,003 Гц в общей мощности спектра не проводился, так как ее вычисление для коротких записей временных рядов (5 мин и менее) не является корректным для методов, использующих Фурье-преобразование [4, 19].

Преобладающий тип вегетативной регуляции определяли, принимая во внимание диапазоны величин SI, AMo50 и MxDMn. С учетом данных показателей были сформированы группы: группа 1 – 41 человек с умеренным преобладанием автономной регуляции – умеренная ваготония (25 < SI < 50 усл. ед.; AMo50 < 30 %; 500 > MxDMn > 300 мс); группа 2 – 27 человек с выраженным преобладанием автономной регуляции (SI < 25 усл. ед.; AMo50 < 30 %; MxDMn ≥ 450 мс). Данное разделение обследуемых с исходным преобладанием автономной регуляции было обосновано тем, что при значениях SI < 25 усл. ед. и высокой амплитуде длительности кардиоинтервалов R-R (MxDMn) часто наблюдаются изменения с донозологического уровня до различных стадий дизадаптационных расстройств, включая состояние болезни и патологии [3, 16].

Для контроля тенденций изменения дисперсионных характеристик на основе минутной записи оценивали значения показателей «Миокард», «Ритм» и «Код детализации». Согласно методическим рекомендациям [14], значения показателей «Миокард» при отсутствии существенных отклонений в состоянии сердечной мышцы не должны выходить за пределы 15 %, а для показателя «Ритм» – за пределы 20 % соответственно. С превышением этих величин возрастает вероятность начальных и пограничных признаков дисфункций в миокарде.

Эти изменения подробно описывают степень выраженности и локализации электрофизиологических изменений в миокарде предсердий и желудочков в фазы де- и реполяризации в характеристиках «Кода детализации», включающего в себя следующую оценку: деполяризация правого и левого предсердия (G1–G2), деполяризация правого и левого желудочков (G3–G4), реполяризация правого и левого желудочков (G5–G6), симметрия деполяризации желудочков (G7), наличие внутрисердечных блокад (G8) и гипертрофии желудочков (G9). Значения, равные «0», свидетельствуют о норме, а обозначения «S» и «L» – о начальных изменениях дисперсионных отклонений в соответствующем участке миокарда, находящегося в границах нормы (при обработке принимали за «0»). С увеличением числовых значений возрастает вероятность сходства дисперсионных характеристик с определенными электрофизиологическими нарушениями [2, 9, 14].

Статистическая обработка полученных результатов производилась в программе «STATISTICA 6» с использованием непараметрического метода анализа –

критерия Манна – Уитни (U). Для всех показателей в сравниваемых группах оценивали изменения медиан (Me), нижнего и верхнего квартилей на уровне 25- и 75-го перцентилей. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось при p < 0,05.

Легитимность исследования подтверждена решением Регионального этического комитета при СВНЦ ДВО РАН (протокол № 003/013, 2013 г.).

Результаты

Как следует из таблицы, в группах сравнения по всем анализируемым показателям ВСР наблюдаются статистически значимые различия. Подчеркнем, что диапазоны значений ВСР в группе 1 соответствуют ранее предложенным данным для рассмотрения региональных нормативов у уроженцев Магаданской области в зависимости от типа вегетативной регуляции [11]. В группе 2 показатели SI и AMo50 имели минимальные значения, а значения SDNN были более 80 мс, что предлагает рассматривать их как верхнюю границу нормы [3]. Показатели MxDMn у этих волонтеров сочетались с высокими показателями дисперсии и общей (суммарной) мощности спектра, что может указывать на «многофакторный» характер влияний на ритм сердца [16]. В общей (суммарной) мощности спектра высокочастотная составляющая преобладала (HF > LF > VLF), отражая физиологическую дыхательную аритмию у здоровых лиц

Показатели вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования ЭКГ, Me (25-й; 75-й перцентили)

Показатель кардиоритма и дисперсионного картирования	Обследуемая группа		Критерий и уровень значимости различий между сравниваемыми группами (U; Z; p)
	Группа 1, n = 41	Группа 2, n = 27	
HR, уд./мин	68 (65; 71)	58 (57; 64)	178; 4,7; <0,001
Mo, мс	893 (829; 951)	1043 (957; 1085)	217; 4,2; <0,001
AMo50, %	28 (24; 31)	21 (17; 24)	125; 5,0; <0,001
MxDMn, мс	405 (366; 425)	510 (470; 560)	61; 6,2; <0,001
SDNN, мс	75 (70; 83)	102 (90; 116)	77; 6,0; <0,001
SI, усл. ед.	38 (32; 46)	19 (16; 25)	17; 6,7; <0,001
TP, мс ²	4253 (2956; 5400)	5785 (4188; 7803)	143; 5,1; <0,001
HF, мс ²	1988 (1304; 2390)	2577 (1972; 3315)	346; 2,6; 0,009
LF, мс ²	1621 (1152; 2211)	2128 (1510; 2659)	372; 2,3; 0,022
VLF, мс ²	644 (500; 799)	1080 (706; 1829)	248; 3,8; <0,001
D, мс ²	5679 (4851; 6902)	10494 (7943; 13518)	77; 6,0; <0,001
IARS, балл	4 (4; 5)	5 (5; 7)	326; 2,8; 0,004
«Миокард», %	14 (12; 16)	15 (14; 18)	416; 1,72; 0,086
«Ритм», %	16 (10; 23)	27 (19; 40)	243; 3,9; <0,001

Примечание. U – критерий Манна – Уитни; Z – критерий знаков, p – уровень значимости различий.

[12, 16]. Однако в группе 2 медиана показателя VLF, отражающего влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр, более чем в 1,5 раза превышала показатель в группе 1. Такие высокие значения в группе 2 показателя VLF могут указывать на гиперадаптивное состояние, тесно связанное с напряжением энергетических, метаболических и психоэмоциональных резервов организма [3]. На это также указывают значения IARS, превышающие 4 балла, что может свидетельствовать о наличии донозологических состояний. При этом в группе 1 таких обследуемых было 16 из 41 человека, в то время как в группе 2 – 20 из 27 человек соответственно.

Известно, что донозологические состояния характеризуются тем, что адаптационные возможности организма обеспечиваются более высоким напряжением регуляторных систем [3, 5], ведущим к расходованию функциональных резервов организма, возрастанию энергоинформационного обеспечения взаимодействия физиологических систем организма в поддержании гомеостаза [6, 10, 16]. В этих случаях дисперсионное картирование ЭКГ и значения ВСР позволяют не только количественно оценить степень влияния различных звеньев вегетативной нервной системы на кардиоритм, но на основе изменений показателей «Кода детализации» судить о виде локализации и структуре электрофизиологических изменений миокарда [14].

На рисунке представлены вариации значений «Кода детализации», согласно которым видно, что наибольшее количество значений, отличающихся

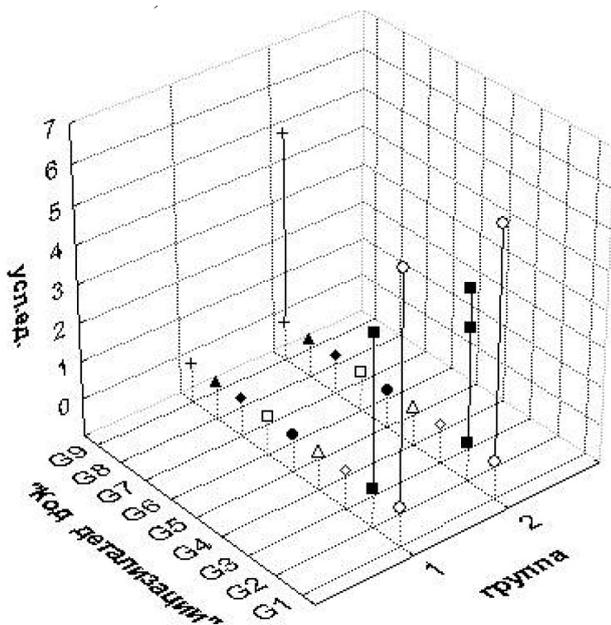


Диаграмма размаха группы дисперсионных характеристик входящих в «Код детализации», Ме, 25–75 перцентили

Примечание. G1–G2 – деполяризация правого и левого предсердий; G3–G4 – деполяризация правого и левого желудочков; G5–G6 – реполяризация правого и левого желудочков; G7 – симметрия деполяризации желудочков, G8 – наличие внутрижелудочковых блокад, G9 – гипертрофии желудочков.

от нуля, наблюдается в показателях G1–G2 и G9. В остальных показателях G3–G8 случаи проявления значений, отличающихся от нуля, и невыраженных отклонений дисперсионных характеристик в сторону пограничных состояний нормы были единичны. Так, в группе 1 медианы значений показателей G1–G2 указывали на преобладание различных вариантов нормы, тогда как у более половины волонтеров из группы 2 (14 из 27 человек) значения указывали на отклонения деполяризации в предсердиях при различных видах локализации потенциалов, ее вызывающих, и возможные нарушения в обменных процессах миокарда.

С точки зрения электрокардиографии показатель G9 соответствует началу QRS-комплекса, отражая микроамплитудные колебания скоростных характеристик начального фронта активации сократительного процесса. Чем больше значения данного показателя, тем больше асимметрия возбуждения желудочков в начале деполяризации [2, 9]. В группе 2 нашего исследования диапазон колебаний показателя G9 находился в пределах от 0 до 5 усл. ед. При этом разработчики прибора рассматривают колебания показателей G9 до величины 3 усл. ед. как варианты нормы, а выше этих значений – как отражение нарушений сократительной функции сердца [14].

Обсуждение результатов

Как было установлено в работах различных авторов, одним из важных аспектов оценки адаптационных возможностей у лиц различного контингента является предварительное определение исходного типа вегетативной регуляции [5, 7, 11, 16]. Доказано, что умеренные парасимпатические влияния на сердечный ритм выступают одним из факторов индивидуальной устойчивости здорового организма к действию различных неблагоприятных факторов (экологических, социальных и др.). При этом выраженное влияние на сердечный ритм как автономного, так и центрального звена ВНС может рассматриваться как неблагоприятный признак, требующий самого пристального внимания и регулярного динамического наблюдения [5, 12, 16, 21]. Такие особенности часто выявляются именно при массовых скрининговых обследованиях среди условно здорового контингента лиц.

В нашем исследовании в группе 2 малые значения SI и высокие значения среди показателей TP, HF, LF на фоне «многофокусного» ритма могут свидетельствовать о несовершенстве или дисфункции в состоянии регуляторных механизмов. В таких случаях определить, носит ли наблюдаемый процесс «патологический», дизрегуляторный или «физиологический» характер, возможно только при динамическом анализе ВСР и проведении функциональных проб [16].

При сопоставлении показателей ВСР с усредненными значениями ДК по характеристике «Ритм» оказалось, что в группе 2 диапазон значений соответствовал 19–40 %, достоверно превышая величины, характерные для группы 1. Согласно методическим ре-

комендациям [14], нормативные значения показателя «Ритм» могут находиться в диапазоне от 0 до 20 %, тогда как превышение значений свидетельствует о переходе организма в состояние напряжения регуляторных систем. При этом значения интегрального показателя «Миокард» в анализируемых группах имели значения, близкие к верхней границе нормы, достигая величины 15–17 %.

Имеются сведения, что показатель «Миокард» при небольших градациях G1–G2 может как отражать возможные транзиторные изменения в переходных метаболических процессах миокарда, так и указывать на начало его патологических изменений [2, 9]. Показатель «Ритм» более 20 % чаще наблюдается среди подростков с хронической патологией желудочно-кишечного тракта и с установленным диагнозом лабильной артериальной гипертензии, которые связаны с наличием вегетативной дисфункции в патогенезе [10]. В то же время у большинства лиц без сердечно-сосудистых заболеваний и факторов риска их развития отмечаются нормальные значения показателей «Миокард», «Ритм» и суммы баллов по шкале IARS [1].

В нашем исследовании пограничные значения «Миокард» в совокупности со значениями «Ритм», превышающие нормативный диапазон, чаще были отмечены нами у волонтеров из 2-й группы. По нашему мнению, одновременная регистрация показателей ДК ЭКГ и интегральных характеристик ВСР может указывать на изменения электрофизиологических процессов в миокарде в случае перенапряжения регуляторных систем организма, которые могут быть следствием не только постоянно высокой степени централизации на сердечный ритм, но и крайне выраженной активности парасимпатического звена вегетативной нервной системы.

Согласно дисперсионным характеристикам «Кода детализации», наибольшее количество ненулевых значений, указывающих на сходства с эталонами патологии, наблюдается по показателям G1–G2 и G9 при изменении баланса ВНС. По данным показателям случаи проявления различной степени выраженности отклонений микроамплитудных альтернаций в сторону отклонений от нормы встречается тем чаще, чем сильнее выражен уровень влияния автономного контура регуляции на сердечный ритм. Это связано с тем, что особенности электрической активности правого предсердия во многом определяются активностью расположенного здесь синусового узла и воздействием на него главным образом парасимпатического отдела ВНС через волокна блуждающего нерва [12]. Нарушения в функции ритмовождения могут спровоцировать временные или стойкие изменения собственно пейсмекерного автоматизма и низлежащих структур проводящей системы сердца. Вероятно, наблюдаемые изменения по показателю G9 являются отражением компенсаторных реакций миокарда при отклонениях от нормы в деполяризации предсердий. Как отмечается

авторами [2, 9], стабильное увеличение показателя G9 в последовательных обследованиях является ранним признаком устойчивых нарушений процесса деполяризации миокарда, но не достигшим клинического проявления (отсутствие ЭхоКГ-признаков), что может наблюдаться как при гипертрофии, так и при ишемии миокарда левого желудочка. Поэтому в случаях больших отклонений от нулевых значений G9 (5 усл. ед. и более) необходим индивидуальный контроль динамики возникшего признака в сочетании с другими показателями дисперсионного картирования сердца и ВСР для последующего уточнения диагноза.

Таким образом, в заключение необходимо отметить, что среди практически здоровых волонтеров с автономным типом вегетативной регуляции выявлены лица с различным уровнем изменений в функциональной деятельности миокарда, которые в ряде случаев можно оценивать как начальные стадии функциональных нарушений и даже патологических процессов. Во 2-й группе у волонтеров с выраженным влиянием автономного контура регуляции на сердечный ритм такие процессы встречаются наиболее часто и проявляются в показателях «Миокард», «Ритм» и G1–G2 и G9. Также у этих обследуемых отмечаются выраженные отклонения от физиологических диапазонов показателей ВСР, предложенных нами ранее для молодых жителей Магаданской области [11]. Отметим, что ненулевые значения дисперсионных характеристик, указывающие на признаки возможных патологических отклонений в процессах де- и реполяризации миокарда, выявлены у волонтеров не только во 2-й группе, но и у лиц из 1-й группы. Это требует в скрининговых и мониторинговых профилактических осмотрах подростков и юношей с преобладанием автономной регуляции, считающихся на этой основе лицами с высокими функциональными возможностями, внимательного индивидуального контроля за динамикой их состояния здоровья, особенно если их жизнедеятельность протекает в экстремальных природно-климатических условиях.

Список литературы

1. Авдеева М. В., Щеглова Л. В., Григорьева О. М. Преимущества использования дисперсионного картирования ЭКГ при скрининге в центре здоровья // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2012. № 4. С. 97–106.
2. Александрова С. Г., Азараки А. Х., Орквасов М. Ю., Александрова М. Р., Иванов Г. Г. Методы анализа микроальтернаций ЭКГ-сигнала // Вестник РУДН, серия Медицина. 2013. № 4. С. 48–51.
3. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2002. № 24. URL: <http://www.veststar.ru/article.jsp?id=1267> (дата обращения: 9.06.2017).
4. Витязев В. В. Анализ неравномерных временных рядов. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2001. 68 с.
5. Гаврилова Е. А. Ритмокардиография в спорте. СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2014. 164 с.

6. Гудков А. Б., Мосягин И. Г., Иванов В. Д. Характеристика фазовой структуры сердечного цикла у новобранцев учебного центра ВМФ на Севере // Военно-медицинский журнал. 2014. Т. 335, № 2. С. 58–59.

7. Дёмин Д. Б., Поскотинова Л. В., Кривоногова Е. В. Варианты ЭЭГ-реакций при выполнении курса БОС-тренингов у подростков в зависимости от исходного вегетативного тонуса // Экология человека. 2012. № 3. С. 16–22.

8. Дерягина Л. Е., Цыганок Т. В., Рувинова Л. Г., Гудков А. Б. Психофизиологические свойства личности и особенности регуляции сердечного ритма под влиянием трудовой деятельности // Медицинская техника. 2001. № 3. С. 40–44.

9. Иванов Г. Г., Ткаченко С. Б., Баевский Р. М., Кудашова И. А. Диагностические возможности характеристик дисперсии ЭКГ-сигнала при инфаркте миокарда (по данным ЭКГ-анализатора «КардиоВизор-06с») // Функциональная диагностика. 2006. № 2. С. 44–47.

10. Краева Н. В., Макарова В. И., Макаров А. И. Интегральная составляющая вариабельности сердечного ритма при артериальной гипертензии у детей подросткового возраста // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. С. 333–340.

11. Максимов А. Л., Лоскутова А. Н. Особенности структуры вариабельности кардиоритма уроженцев Магаданской области в зависимости от типа вегетативной регуляции // Экология человека. 2013. № 6. С. 3–10.

12. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода. Иваново, 2000. 200 с.

13. Поскотинова Л. В., Зенченко Т. А., Медведева А. А., Овсянкина М. А. Соотношение показателей вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования электрокардиограммы у человека в условиях пробы с фиксированным темпом дыхания // Вестник РАМН. 2012. № 7. С. 44–49.

14. Программное обеспечение для скрининговых исследований сердца КардиоВизор-06с (Руководство пользователя). М., 2004. 68 с.

15. Рябыкина Г. В., Вишнякова Н. А., Блинова Е. В., Кожемякина Е. Ш., Соболев А. В., Бритов А. Н. Возможности метода дисперсионного картирования ЭКГ для оценки распространенности сердечно-сосудистых заболеваний // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2010. № 3. С. 98–105.

16. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 2009. 259 с.

17. Шлык Н. И., Сапожникова Е. Н. Анализ вариабельности сердечного ритма и дисперсионного картирования ЭКГ у участников параллельных исследований «Марс-500» с различными преобладающими типами вегетативной регуляции (ижевская экспериментальная группа) // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Наука о Земле. 2012. № 6. С. 109–113.

18. Antonis A. A., Gordon F. T., Hans D. E. Pathophysiological basis and clinical application of T-wave alternans // Journal of the American College of Cardiology. 2002. Vol. 40. P. 207–217.

19. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Circulation. 1996. Vol. 93. P. 1043–1065.

20. Joel Q. X. Method and apparatus for determining alternant data of an ECG signal. Patent US 2006. N 0173372 A1.

21. Plews D. J., Laursen P. B., Stanley J. et al. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring // Sports Med. 2013. Vol. 43 (9). P. 773–781.

References

1. Avdeeva M. V., Shcheglova L. V., Grigor'eva O. M. Advantages of dispersion ECG mapping use at screening in health centers. *Ul'trazvukovaia i funktsional'naiia diagnostika* [Ultrasound and Functional Diagnostics]. 2012, 4, pp. 97-106. [In Russian]

2. Aleksandrova S. G., Azaraksh A. Kh., Orkvasov M. Yu., Aleksandrova M. R., Ivanov G. G. Analysis of microalternation of ECG-signal. *Vestnik RUDN, seriya Meditsina* [Newsletter of Russian Peoples' Friendship University]. 2013, 4, pp. 48-51. [In Russian]

3. Baevskii R. M., Ivanov G. G., Chireikin L. V. et al. Analysis of heart rate variability with use of different electrocardiographic systems (methodical recommendations). *Vestnik aritmologii* [Bulletin of Arrhythmology]. 2002, 24. Available at: <http://www.vestiar.ru/article.jsp?id=1267> (accessed 9.06.2017). [In Russian]

4. Vityazev V. V. *Analiz neravnomernykh vremennykh rjadov* [Analysis of uneven time series]. Saint Petersburg, 2001, 68 p.

5. Gavrilova E. A. *Ritmokardiografiya v sporte* [Rhythmocardiography in sports]. Saint Petersburg, Publishing house of the I. I. Mechnikov Northwest State Medical University, 2014. 164 p.

6. Gudkov A. B., Mosyagin I. G., Ivanov V. D. Characteristic of cardiac cycle phase structure in recruits of a Navy Training Center in the North. *Voenno-meditsinskii zhurnal* [Military-Medical Journal]. 2014, 335 (2), pp. 58-59. [In Russian]

7. Demin D. B., Poskotinova L. V., Krivonogova E. V. Variants of EEG-reactions during HRV biofeedback course in adolescents with different initial autonomic nervous tone. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 3, pp. 16-22. [In Russian]

8. Deryagina L. E., Tsyganok T. V., Ruvina L. G., Gudkov A. B. Psychophysiological traits of personality and specific features of cardiac rhythm regulation during occupational activity. *Meditsinskaya tekhnika* [Biomedical engineering]. 2001, 35 (3), pp. 166-170. [In Russian]

9. Ivanov G. G., Tkachenko S. B., Baevskii R. M., Kudashova I. A. Diagnostic capabilities of the ECG-signal dispersion in myocardial infarction (according to the ECG analyzer "KardioVizor-06s"). *Funktsional'naiia diagnostika* [Functional Diagnostics]. 2006, 2, pp. 44-47. [In Russian]

10. Kraeva N. V., Makarova V. I., Makarov A. I. The integral component of heart rate variability during arterial hypertension in adolescents. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia* [Current problems of science and education]. 2014, 2, pp. 333-340. [In Russian]

11. Maksimov A. L., Loskutova A. N. Heart rate variability structure features in persons born in Magadan region depending on vegetative regulation type. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 6, pp. 3-10. [In Russian]

12. Mikhailov V. M. *Variabel'nost' ritma serdtsa. Opyt prakticheskogo primeneniia metoda* [Heart rate variability. Experience of practical application of the method]. Ivanovo, 2000, 200 p.

13. Poskotinova L. V., Zenchenko T. A., Medvedeva A. A., Ovsyankina M. A. The relation of heart rate variability and a dispersive electrocardiogram mapping indicators in human during fixed rate breathing test. *Vestnik RAMN* [Newsletter of Russian Academy of Medical Sciences]. 2012, 7, pp. 44-49. [In Russian]

14. *Programmnoe obespechenie dlya skringovykh issledovaniy serdtsa "KardioVizor-06s" (Rukovodstvo pol'zovatelya)* [Software for screening studies of the heart "KardioVizor-06s" (User's Manual)]. Moscow, 2004, 68 p.
15. Ryabykina G. V., Vishnyakova N. A., Blinova E. V., Kozhemyakina E. Sh., Sobolev A. V., Britov A. N. Dispersion ECG mapping in assessment of cardiovascular disease prevalence. *Kardiovaskuliarnaia terapiia i profilaktika* [Cardiovascular therapy and prevention]. 2010, 3, pp. 98-105. [In Russian]
16. Shlyk N. I. *Serdechnyi ritm i tip reguliatsii u detei, podrostkov i sportsmenov* [The heart rate and regulation type of children, teenagers and sportsmen]. Izhevsk, Udmurt university Publ., 2009, 259 p.
17. Shlyk N. I., Sapozhnikova E. N. Analysis of heart rate variability and dispersive mapping of ECG of participants of parallel researches "Mars-500" with different dominant types of vegetative regulation (Izhevsk experimental group). *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauka o Zemle* [Bulletin of the Udmurt University. Biology Series. Earth science]. 2012, 6, pp. 109-113. [In Russian]
18. Antonis A. A., Gordon F. T., Hans D. E. Pathophysiological basis and clinical application of T-wave alternans. *Journal of the American College of Cardiology*. 2002, 40, pp. 207-217.
19. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation*. 1996, 93, pp. 1043-1065.
20. Joel Q. X. Method and apparatus for determining alternant data of an ECG signal. Patent US 2006, N 0173372 A1.
21. Plews D. J., Laursen P. B., Stanley J. et al. Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Med*. 2013, 43 (9), pp. 773-781.

Контактная информация:

Лоскутова Алеся Николаевна — кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории физиологии экстремальных состояний ФГБУН Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук (НИЦ «Арктика» ДВО РАН)
Адрес: 685000, г. Магадан, пр. Карла Маркса, д. 24
E-mail: arktika@online.magadan.su