

УДК[159.91+612.017](481-922.1)

DOI: 10.33396/1728-0869-2020-12-4-10

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРЕБЫВАНИЯ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ АРКТИКИ

© 2020 г. С. В. Пряничников

Научно-исследовательский центр медико-биологических проблем, ФГБУН «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты

Цель работы – оценка психофизиологического состояния организма человека с учетом длительности пребывания в поселке Баренцбург, архипелаг Шпицберген. **Методы.** Обследованы 112 человек в возрасте 35–43 лет: 60 проживали в поселке не более 6 месяцев (группа 1), 52 – более полугода (группа 2). Психоэмоциональное состояние изучалось с помощью методики ситуативной и личностной тревожности (ЛТ) Ч. Д. Спилбергера и теста дифференцированной самооценки функционального состояния. Вариативность сердечного ритма (ВСР) оценивалась с применением комплекса «Омега-М». Показатели ВСР ранжированы по типам регуляции сердечного ритма. Данные представлены в виде средней арифметической и стандартной ошибки среднеквадратичного отклонения. Для выявления значимости межгрупповых различий был применён U-критерий Манна – Уитни. Значимость различий считалась достоверной при уровне $p \leq 0,05$. **Результаты.** Данные спектрального анализа в диапазоне HF, ms^2 , LF, ms^2 , TP, ms^2 и в нормализованных единицах ниже нормативных величин. В группе 1 показатели самочувствия ($U = 200,5$, $p = 0,032$) и настроения ($U = 207,0$, $p = 0,043$) в пределах нормативных значений, но недостаточные для комфортного состояния. В группе 2 – уровень ЛТ выше ($U = 245,0$, $p = 0,002$), проявляется в постоянной готовности к неблагоприятному развитию событий. В группе с умеренным преобладанием центральной регуляции уровень LF, ms^2 спектра мощности выше в группе 1 ($U = 9,0$, $p = 0,006$). В группе 2 с выраженным преобладанием центрального контура регуляции, при высоких показателях SI, у. е. ($U = 49,0$, $p = 0,027$), уровень RMSSD ($U = 27,0$, $p = 0,001$) и SDNN ($U = 48,0$, $p = 0,023$) ниже. В группе с умеренным преобладанием автономной регуляции – выше SI, у. е. ($U = 226,0$, $p = 0,029$) в группе 1 и высокие показатели TP, ms^2 ($U = 218,0$, $p = 0,020$), VLF, ms^2 ($U = 216,0$, $p = 0,018$) в группе 2. **Выводы.** На фоне общего снижения как временных, так и частотных показателей ВСР у исследуемых наблюдается усиление парасимпатических влияний с более низкими показателями дифференцированной оценки состояния у проживающих не более 6 месяцев и преобладание симпатического тонуса с высоким уровнем личностной тревожности у проживающих более полугода, выражающееся в гипердаптивном состоянии мобилизации энергетических и метаболических резервов.

Ключевые слова: вариативность сердечного ритма, самочувствие, активность, настроение, ситуативная, личностная тревожность

ASSOCIATIONS BETWEEN HUMAN PSYCHOPHYSIOLOGICAL CONDITIONS AND DURATION OF STAY IN HIGH ARCTIC

S. V. Pryanichnikov

Research Center for Biomedical Problems, Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

The aim of the study was to assess associations between psychophysiological- and physiological state of the human body and the duration of stay in high Arctic. Barentsburg, the Spitsbergen archipelago. **Methods.** Altogether, 112 people aged 35–43 years from Barentsburg (Spitsbergen or Svalbard) were examined. By duration of stay they were dichotomized into two groups: ≤ 6 months (group 1, $n = 60$) and > 6 months (group 2, $n = 52$). Psychoemotional state was studied using Spielberger anxiety scale and the differentiated self-assessment of the functional state (SAN) test. Heart rate variability (HRV) was assessed using the «Omega-M» complex. The two groups were compared using Mann-Whitney U-tests. **Results.** Spectral analysis data in the range of HF, ms^2 , LF, ms^2 , and TP, ms^2 and in normalized units were below the standard values. In group 1 there was a decrease in well-being ($U = 200.5$, $p = 0.032$) and mood ($U = 207.0$, $p = 0.043$). In group 2 there was an increase in the level of personal anxiety ($U = 245.0$, $p = 0.002$). In the group with a moderate predominance of central regulation an increase in LF, ms^2 power spectrum was found in group 1 ($U = 9.0$, $p = 0.006$). In group 2 we observed a decrease in RMSSD ($U = 27.0$, $p = 0.001$) and SDNN ($U = 48.0$, $p = 0.023$) combined with an increase in SI ($U = 49.0$, $p = 0.027$) in the group with a pronounced predominance of the central contour of regulation. In a group with a moderate predominance of autonomous regulation we found an increase in SI ($U = 226.0$, $p = 0.029$) in group 1 while high TR i, ms^2 ($U = 218.0$, $p = 0.020$), VLF, ms^2 ($U = 216.0$, $p = 0.018$) were observed in group 2. **Conclusions.** Our study demonstrated a complex effect of stay in the High Arctic on the psycho-emotional state and HRV in both newcomers and long-term residents.

Key words: heart rate variability, well-being, activity, mood, situational anxiety, personal anxiety

Библиографическая ссылка:

Пряничников С. В. Психофизиологическое состояние организма в зависимости от длительности пребывания в высоких широтах Арктики // Экология человека. 2020. №12. С. 4–10.

For citing:

Pryanichnikov S. V. Associations between Psychophysiological State and Duration of Stay in High Arctic. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 12, pp. 4–10.

Жизнедеятельность человека в условиях Арктической зоны сопряжена с влиянием комплекса суровых климатогеографических и психофизиологических факторов. Специфические условия проживания в пос. Баренцбург, архипелаг Шпицберген, обусловлены его

географическим расположением, вариациями геомагнитного поля, характеристиками солнечной активности, низким температурным режимом, специфическим фотопериодизмом и изолированной средой проживания. Весь этот комплекс факторов оказывает влияние на

организм человека и приводит к ответному напряжению его различных функциональных систем [18, 25, 26, 29].

Хроническое и интенсивное воздействие сложного комплекса климатогеографических, метео- и геофизических агентов «на функциональную активность систем организма в высоких широтах способствует возникновению «синдрома полярного напряжения», характерного для населения Севера» [6, с. 44], проявляющегося в психоэмоциональной лабильности, астенизации, снижении работоспособности [2, 16, 17, 27, 28]. По этому поводу Ц. П. Короленко писал: «Основным клиническим проявлением синдрома психоэмоционального напряжения является тревожность различной степени выраженности <...>, характерной особенностью которой в структуре синдрома психоэмоционального напряжения является отсутствие в начале ее возникновения какого-либо определенного психологического содержания» [13, с. 130].

Проведённые ранее исследования показали, что «синдром возникает наиболее часто в два периода времени пребывания на Крайнем Севере: в первые год, 1½ и после 8–10-летнего периода» [13, с. 133]. Причём в первый временной промежуток синдром психоэмоционального напряжения возникает наиболее часто. Этот период может считаться временем формирования высокой возможности нарушения адаптационных процессов. Как считает ряд авторов, основные особенности «синдрома полярного напряжения» проявляются в изменении функционирования кардиореспираторной и вегетативной нервной систем, а также в структуре обмена веществ. Это находит выражение, в частности, в глубоком десинхронозе [1, 3, 9], усилении тонууса вегетативных реакций при доминировании парасимпатических влияний [12, 19], в снижении работоспособности, возникновении метеопатий [8, 10, 21] с последующим развитием комплекса дизадаптивных расстройств [22, 30, 31].

Использование результатов вариабельности сердечного ритма (ВСР) для анализа функционального состояния «позволяет оценить степень влияния вегетативной нервной системы (ВНС) на сердечно-сосудистую, которая, в свою очередь, является индикатором эффективности адаптационных реакций организма на воздействие окружающей среды» [14, с. 32]. Обнаружено, что у большинства исследуемых с синдромом психоэмоционального напряжения наблюдается симпатотоническое преобладание вегетативных реакций [13].

Несмотря на большое количество работ, посвященных проблемам адаптации человека, наблюдается недостаток эмпирических данных и соответствующих аналитических материалов по вопросам воздействия на организм климатогеографических особенностей окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации.

Цель исследования состояла в том, чтобы с учётом длительности пребывания дать оценку психофизиологического состояния организма у практически здоровых лиц, находящихся в специфических условиях пос. Баренцбург, архипелаг Шпицберген.

Методы

Поперечное обсервационное исследование было проведено в пос. Баренцбург арх. Шпицберген в 2017–2018 гг. в летний период (июль – август). Были обследованы 112 человек в возрасте 35–43 лет, что составляло 22,63 % от всего населения поселка на момент проведения. В зависимости от продолжительности времени проживания на архипелаге были сформированы две группы. Группа 1 — из числа краткосрочно (до 6 месяцев) командированных научных сотрудников и работников треста «Арктикуголь»: 60 человек среднего возраста ($39,37 \pm 2,13$) года — мужчин 30 ($43,33 \pm 1,93$) года и женщин 33 ($35,4 \pm 2,32$) года. Группа 2 — из длительно (более 6 месяцев) проживающих в поселке научных сотрудников и работников треста: 52 человека среднего возраста ($38,78 \pm 2,71$) года — мужчин 19 ($39,53 \pm 2,73$) года и женщин 30 ($38,03 \pm 2,69$) года. Все респонденты подтвердили участие письменным согласием, предварительно ознакомившись с условиями исследования. Получено заключение этического комитета ФГБУН «Кольский научный центр РАН» о возможности проведения исследования № 11 от 19.12.2016 года.

Группы 1 и 2 обследованных представляли собой выборку, сопоставимую по половозрастной структуре, группе здоровья, вне фазы острых заболеваний и ремиссии хронических, питанию (в поселке одна столовая и магазин), бытовым и трудовым условиям и т. д. В силу специфики проживания и условий труда возникли определённые трудности при подборе участников, поэтому произвести более масштабное по числу участников исследование не удалось.

Психоэмоциональное состояние оценивалось двумя методиками. Уровень ситуативной (СТ) и личностной (ЛТ) тревожности определялся по методике Ч. Д. Спилбергера в адаптации Ю. Л. Ханина. Показатели представлены в виде баллов: > 30 — низкий; 31–45 — средний; 46 и более — высокий уровень тревожности [11]. Оценку самочувствия, активности, настроения проводили согласно дифференцированной самооценке функционального состояния (САН). К высоким показателям относятся данные, где средний балл выше 50, средние — 30–50 баллов и низкие — меньше 30 [18].

Показатели физиологического состояния организма оценивались по характеристикам кардиогемодинамики: частоте сердечных сокращений (ЧСС) и ВСР. Регистрация показателей производилась в стандартных отведениях, в состоянии покоя, лёжа, на протяжении 5 минут. Параметры ВСР фиксировались с помощью аппаратно-диагностического медицинского комплекса «Омега-М», производства НПФ «Динамика» г. Санкт-Петербург в соответствии с принятыми в 1996 г. стандартами измерений, физиологической интерпретации и клинического использования показателей ВСР [32].

Оценка ВСР включала в себя следующие данные: временные показатели кардиограммы: «R–R

(ms) — интервал средний, SDNN (ms) — стандартное отклонение NN интервалов, RMSSD (ms) — квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN, <...> индекс напряжения регуляторных систем (SI, у. е.) — состояние центрального контура регуляции; <...> спектральный анализ непараметрическим методом быстрого преобразования Фурье: высокочастотный диапазон (HF, ms²) — 0,4–0,15 Гц, низкочастотный диапазон (LF, ms²) — 0,15–0,04 Гц, очень низкочастотный диапазон (VLF, ms²) — 0,04–0,003 Гц и суммарная мощность спектра (TP, ms²)» [5, с. 72, 75]; анализа структуры вкладов мощности волн (HF, %, LF, %, VLF, %), баланс LF/HF — соотношение симпатических и парасимпатических воздействий [14].

По Шлык Н. И. для «выявления различий в показателях ВСР, характеризующих разную степень состояния и взаимодействия симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС), автономной и центральной регуляции сердечного ритма» [24, с. 27] было проведено ранжирование результатов исследования между группами по типам регуляции сердечного ритма: с умеренным преобладанием центральной регуляции (УПЦР), выраженным преобладанием центральной регуляции (ВПЦР), умеренным преобладанием автономного контура регуляции (УПАР) и выраженным преобладанием автономной регуляции (ВПАР). При анализе данных в группу с ВПАР ни один из исследуемых не вошёл из-за несоответствия критериям отбора [23].

Дополнительно использовались данные: «А — уровень адаптации сердечно-сосудистой системы, В — показатель вегетативной регуляции, С — показатель центральной

регуляции и D — показатель психоэмоционального состояния» [14, с. 32]. Данные обработаны с применением ПО «STATISTICA 10.0» производства компании TIBCO и представлены в виде средней арифметической показателей (M) и стандартной ошибки среднееквадратического отклонения ($\pm m$). Статистическая значимость различий рассчитывали согласно U-критерию Манна — Уитни при уровне результатов $p \leq 0,05$.

Результаты

Сравнительный анализ возрастных особенностей психофизиологического состояния организма проводился путем оценки результатов тестирования по выбранным методикам и данным ВСР. Анализ с использованием U-критерия Манна — Уитни показал, что возрастные особенности можно считать незначимыми: в группе 1 $p = 0,291$, в группе 2 $p = 0,976$ (табл. 1).

Оценка психоэмоционального состояния по методике САН показала, что данные самочувствия, активности и настроения в группах находятся в пределах нормальных значений, что говорит о хорошем уровне комфортности состояния человека с достаточным объемом взаимодействия с физической и социальной средой и о необходимом уровне эмоционального фона для протекающих психических процессов. Однако отмечаются значимые различия в категориях самочувствие ($U = 200,5$, $p = 0,032$) и настроение ($U = 207,0$, $p = 0,043$), при этом в группе 2 показатели выше. Значимые различия также наблюдаются в тесте ситуативной и личностной тревожности в категории ЛТ ($U = 245,0$, $p = 0,002$), причем более высокие показатели выявлены в группе 2 (см. табл. 1).

При сравнении ЧСС в исследуемых группах различий не выявлено. При анализе данных временных по-

Таблица 1

Сравнение кардиогемодинамики и психоэмоционального состояния по половому признаку между группами

Показатель	Группа 1 vs группа 2 мужчины				Группа 1 vs группа 2 женщины			
	Группа 1 (n=30)	Группа 2 (n=19)	Значимость различий		Группа 1 (n=33)	Группа 2 (n=30)	Значимость различий	
			U	p			U	p
Возраст, лет	43,33 \pm 1,93	39,53 \pm 2,73	257,5	0,292	35,4 \pm 2,32	38,03 \pm 2,69	447,5	0,976
СТ, балл	34,2 \pm 0,94	32,58 \pm 1,56	262,5	0,337	35,18 \pm 1,4	36,07 \pm 1,51	435,5	0,836
ЛТ, балл	35,53 \pm 1,48	36,05 \pm 2,14	252,5	0,250	39,15 \pm 1,44	43,13 \pm 1,69	248,5	<0,05
САМ, балл	5,49 \pm 0,14	5,61 \pm 0,17	200,5	<0,05	4,96 \pm 0,18	5,48 \pm 0,13	445,0	0,947
АКТИВ, балл	5,41 \pm 0,13	4,85 \pm 0,26	263,0	0,342	4,52 \pm 0,2	5,11 \pm 0,12	340,0	0,105
НАСТР, балл	5,72 \pm 0,13	5,72 \pm 0,19	207,0	<0,05	5,13 \pm 0,15	5,69 \pm 0,16	450,0	0,994
ЧСС, уд./мин	68,33 \pm 1,87	69,79 \pm 2,09	300,0	0,805	68,67 \pm 1,86	72,63 \pm 1,97	328,5	0,074
RR среднее, мс	889,3 \pm 22,26	866,68 \pm 24,49	295,5	0,739	889,64 \pm 26,07	839,23 \pm 23,8	322,5	0,060
МхДМп, мс	255,37 \pm 13,96	228,63 \pm 21,62	275,5	0,476	250,18 \pm 16,18	244,63 \pm 16,54	442,5	0,918
RMSSD, мс	36,79 \pm 3,32	30,38 \pm 4,35	243,5	0,187	37,43 \pm 3,29	33,44 \pm 3,3	409,5	0,554
SDNN, мс	51,7 \pm 3,6	46,11 \pm 4,73	281,5	0,549	51,45 \pm 3,71	50,34 \pm 3,49	429,5	0,767
SI, у. е.	91,43 \pm 9,17	200,07 \pm 81,33	294,0	0,718	111,53 \pm 14,63	118,02 \pm 17,99	430,0	0,773
TP, ms ²	2907,43 \pm 515,42	2371 \pm 432,85	282,0	0,556	2830,91 \pm 424,3	2750,37 \pm 354,34	423,0	0,695
HF, ms ²	557,8 \pm 133,74	435,05 \pm 125,4	245,0	0,196	521,21 \pm 95,02	505,57 \pm 117,09	410,0	0,559
LF, ms ²	1107,27 \pm 230,14	973,37 \pm 223,21	264,5	0,357	1081,88 \pm 148	1010,93 \pm 150,86	441,0	0,900
VLF, ms ²	483,63 \pm 104,61	427,84 \pm 74,15	306,0	0,894	637,55 \pm 151,69	525,9 \pm 75,73	393,0	0,404
HF, %	18,53 \pm 2,07	15,28 \pm 2,66	237,0	0,149	19,05 \pm 1,9	15,76 \pm 1,72	401,5	0,478
LF, %	36,69 \pm 2,23	37,62 \pm 3,4	290,5	0,669	39,33 \pm 2,51	34,69 \pm 2,3	411,0	0,569
VLF, %	44,75 \pm 2,01	47,11 \pm 4,39	265,5	0,367	41,63 \pm 2,56	49,55 \pm 3,11	389,5	0,375
LF/HF	3,32 \pm 0,54	3,54 \pm 0,52	250,0	0,231	3,16 \pm 0,49	2,88 \pm 0,33	436,0	0,842

казателей, таких как SDNN и RMSSD, определяется их снижение относительно нормативных величин [32].

Сопоставление данных спектрального анализа сердечного ритма показало, что по уровню мощности спектра в диапазоне HF, ms^2 , LF, ms^2 и TP, ms^2 , а также в нормализованных единицах спектра вышеперечисленных частот показатели группы 1 и группы 2 ниже нормативных величин, при этом вклад VLF в общий спектр мощности выше нормативных значений (см. табл. 1) [32].

При анализе данных психоэмоционального состояния значимых различий не выявлено, но при этом в типах регуляции с ВПЦР и УПАР отмечено преобладание показателей уровня ЛТ в группе 2. Также незначительные различия наблюдаются в категории активность, в типах регуляции с УПЦР, где она выше в группе 1 и с УПАР, в которой высокие значения преобладают в группе 2 (табл. 2).

При анализе спектральных показателей ВСР с УПЦР значимые различия наблюдаются в увеличении вклада LF, ms^2 ($U = 9,0$, $p = 0,006$) в мощность TP,

ms^2 , а также высокие значения мощности относительной величины LF (%) ($U = 8,0$, $p = 0,005$) в группе 1. При этом в группе 2 относительная мощность спектра VLF (%) ($U = 9,0$, $p = 0,006$) выше.

При анализе временных показателей ВСР с ВПЦР значимые различия наблюдаются в разбросе кардиоинтервалов MxDMn ($U = 44,5$, $p = 0,015$), наиболее выраженных в группе 1, в группе 2 временные показатели RMSSD ($U = 27,0$, $p = 0,001$) и SDNN ($U = 48,0$, $p = 0,023$) ниже при одновременном высоком уровне стресс-индекса SI, у. е. ($U = 49,0$, $p = 0,027$). При анализе спектральных показателей ВСР наблюдаются значимые различия в виде увеличенного вклада показателей HF, ms^2 ($U = 33,0$, $p = 0,003$) в мощность TP, ms^2 ($U = 47,0$, $p = 0,021$), относительной мощности HF, % ($U = 248,0$, $p = 0,023$) и TP, ms^2 , преобладающей в группе 1 ($U = 47,0$, $p = 0,021$) (см. табл. 2).

В группе с УПАР также были выявлены значимые различия в показателях ВСР. В показателях временного анализа ВСР различия наблюдаются в значениях

Таблица 2

Сравнение показателей кардиогемодинамики и психоэмоционального состояния по типу регуляции между группами

Показатель	УПЦР				ВПЦР				УПАР			
	Группа 1 (n=10)	Группа 2 (n=8)	Значимость различий		Группа 1 (n=13)	Группа 2 (n=15)	Значимость различий		Группа 1 (n=29)	Группа 2 (n=24)	Значимость различий	
			U	p			U	p			U	p
Возраст, лет	37,2 ± 3,96	38,25 ± 5,39	37,0	0,824	48,85 ± 2,88	46,6 ± 2,61	88,5	0,695	36,31 ± 1,93	34,96 ± 2,73	292,0	0,321
СТ, балл	36,6 ± 2,15	36,75 ± 3,77	37,0	0,824	35,54 ± 1,8	33,47 ± 1,3	67,5	0,174	33,45 ± 1,01	35,29 ± 1,74	325,0	0,688
ЛТ, балл	36,2 ± 2,47	39,63 ± 4,7	37,0	0,824	37,31 ± 1,96	43,07 ± 2,22	56,5	0,062	37,14 ± 1,75	40,13 ± 1,84	281,5	0,238
САМ, балл	5,26 ± 0,27	5,44 ± 0,37	36,5	0,790	5,36 ± 0,16	5,48 ± 0,22	83,5	0,534	5,14 ± 0,21	5,58 ± 0,1	298,0	0,376
АКТИВ, балл	5,1 ± 0,3	4,35 ± 0,51	27,5	0,286	5,18 ± 0,16	5,07 ± 0,21	94,0	0,890	4,85 ± 0,24	5,16 ± 0,13	335,0	0,823
НАСТР, балл	5,82 ± 0,15	5,81 ± 0,34	39,0	0,965	5,18 ± 0,18	5,61 ± 0,27	71,0	0,231	5,36 ± 0,17	5,71 ± 0,14	274,5	0,192
ЧСС, уд./мин	76,9 ± 2,65	75,75 ± 3,06	33,5	0,594	71,69 ± 2,95	74,6 ± 2,59	87,0	0,645	67,52 ± 1,67	69,25 ± 1,96	294,5	0,344
RR среднее, мс	783,4 ± 29,66	795,63 ± 30,44	33,0	0,564	845,85 ± 34,14	813,53 ± 29,33	87,0	0,645	897,83 ± 20,83	875,58 ± 23,37	287,5	0,284
MxDMn, мс	209 ± 5,64	193,5 ± 15,07	26,0	0,230	179,54 ± 7,7	139,6 ± 12,07	44,5	<0,05	283,38 ± 9,02	306,54 ± 9,48	243,5	0,063
RMSSD, мс	26,36 ± 2,47	22,18 ± 3,12	32,0	0,505	28,12 ± 2,71	16,49 ± 1,77	27,0	<0,05	40,64 ± 3,02	41,52 ± 2,49	301,0	0,406
SDNN, мс	41,63 ± 1,75	39,99 ± 2,74	31,5	0,477	35,46 ± 2,03	27,45 ± 2,66	48,0	<0,05	57,14 ± 2,45	62,89 ± 2,2	225,0	<0,05
SI, у. е.	128,93 ± 6,75	135,32 ± 12,61	36,0	0,756	170,34 ± 21,83	328,47 ± 94,48	49,0	<0,05	64,3 ± 4,19	52,13 ± 2,92	226,0	<0,05
TP, ms^2	1683,7 ± 132,2	1575,5 ± 240,1	31,0	0,450	1173,23 ± 124,02	777,33 ± 142,76	47,0	<0,05	3157 ± 269,24	3866,92 ± 286,79	218,0	<0,05
HF, ms^2	212,5 ± 48,85	179,13 ± 51,99	32,0	0,505	254,15 ± 50,52	101,53 ± 24,59	33,0	<0,05	645,66 ± 116,37	656,21 ± 94,4	315,0	0,561
LF, ms^2	742 ± 60,26	441,5 ± 67,28	9,0	<0,05	420,31 ± 67,69	260,93 ± 53,79	58,0	0,072	1195,52 ± 107,1	1580,42 ± 164,96	250,0	0,081
VLF, ms^2	331,7 ± 24,65	402,63 ± 40,78	24,0	0,168	164,08 ± 14,57	137,67 ± 16,96	74,0	0,289	575,76 ± 80,9	719,33 ± 74,3	216,0	<0,05
HF, %	11,77 ± 1,69	10,34 ± 2,39	32,0	0,505	22,07 ± 3,02	13,65 ± 2,01	48,0	<0,05	18,73 ± 2,07	15,85 ± 1,62	318,5	0,604
LF, %	45,19 ± 2,84	29,16 ± 3,85	8,0	<0,05	35,32 ± 3,6	33,12 ± 3,88	87,0	0,645	38,57 ± 2,27	39,97 ± 2,62	314,5	0,555
VLF, %	43,04 ± 1,99	60,5 ± 5,29	9,0	<0,05	42,59 ± 3,79	53,23 ± 4,52	65,0	0,140	42,68 ± 2,57	44,18 ± 3,17	337,0	0,851
LF/HF	4,87 ± 0,8	3,89 ± 0,93	26,0	0,230	2,31 ± 0,59	3,2 ± 0,56	66,0	0,153	3,08 ± 0,45	3,05 ± 0,33	308,5	0,486

Таблица 3

Показатель, %	Показатели функционального состояния организма					
	УПЦР		ВПЦР		УПАР	
	Группа 1 (n = 10)	Группа 2 (n = 8)	Группа 1 (n = 13)	Группа 2 (n = 15)	Группа 1 (n = 29)	Группа 2 (n = 24)
A	50,4±2,07	39,75±5,07	43,69±3,99*	25,87±5,16	67,24±2,89	71,79±3,1
B	56,3±2,96	56,75±3,18	48,62±4,42*	33,4±4,89	83,59±2,33	91,46±1,56*
C	58±3,01	49,38±5,63	40,69±3,76	32,4±5,63	67,62±2,4	70,63±2,94
D	60,4±2,73	56±2,48	41,31±3,33	34±5,24	67,41±2	74±2,29*

Примечания: А – интегральный уровень адаптации организма, В – показатель вегетативной регуляции, С – показатель центральной регуляции, D – психоэмоциональное состояние; * – значимость различий по критерию Манна – Уитни.

SDNN, мс ($U = 225,0$, $p = 0,028$), которые преобладают в группе 2. Значения в показателе стресс-индекса SI, у. е. ($U = 226,0$, $p = 0,029$), с более высокими интегральными показателями механизмов регуляции в группе 1. При анализе спектральных показателей ВСР значимые различия наблюдаются в суммарном спектре мощности TP, ms^2 ($U = 218,0$, $p = 0,020$), значения которого выше в группе 2, и во вкладе VLF, ms^2 ($U = 216,0$, $p = 0,018$) в суммарный спектр мощности, который также выше в этой группе, что говорит о высокой активности нейрогуморальных влияний и выражается в гипердаптивном состоянии с мобилизацией энергетических и метаболических резервов.

При сравнении показателей функционального состояния значимые различия наблюдаются в группе с ВПЦР: интегральный уровень адаптации организма ($U = 51,5$, $p = 0,036$) и показатель вегетативной регуляции ($U = 51,5$, $p = 0,036$) выше в группе 1; в группе с УПАР значимость различий выявлена в показателе вегетативной регуляции ($U = -2,1$, $p = 0,037$) и психоэмоциональном состоянии ($U = -2,0$, $p = 0,045$), где более высокие данные в группе 2 (табл. 3).

Обсуждение результатов

Проведено исследование функционального состояния организма краткосрочно командированных и длительно проживающих в пос. Баренцбург лиц в летний период. Особое внимание было уделено изучению особенностей психоэмоционального состояния и вариабельности сердечного ритма, обусловленного климатогеографическим расположением населённого пункта. В работе показано, что как краткосрочное, так длительное проживание в особых климатогеографических условиях оказывает влияние на психоэмоциональное состояние и ВСР.

Сравнение данных спектрального анализа сердечного ритма показало, что по уровню мощности спектра в диапазоне HF, ms^2 , LF, ms^2 и TP, ms^2 , а также в нормализованных единицах спектра показатели исследуемых групп ниже нормативных величин [32], что свидетельствует о повышенной активности симпатического отдела ВНС, об усилении влияния нейрогуморальных систем регуляции, ведущих к возникновению энергодефицитных состояний независимо от продолжительности времени пребывания.

В группе лиц, пребывающих в поселке менее 6 месяцев, отмечены сниженные показатели самочувствия

и настроения, что обусловлено, вероятно, протекающими адаптационными процессами. На фоне общего снижения как временных, так и частотных показателей ВСР в группе с умеренным преобладанием центральной регуляции изменения наблюдаются в увеличении вклада низкочастотной составляющей мощности спектра, проявляющейся в увеличении влияния неспецифических механизмов регуляции и снижения влияния на сердечную деятельность автономного контура [4].

Более высокие временные и частотные показатели в группе 1 с выраженными процессами центральной регуляции обусловлены активностью парасимпатического звена вегетативной регуляции. В группе с умеренными процессами автономной регуляции высокие показатели стресс-индекса в группе 1 говорят о напряжении регуляторных систем и усилении симпатической регуляции [23].

В группе лиц, пребывающих в поселке более 6 месяцев, показатели психоэмоционального состояния выражаются в увеличении уровня личностной тревожности, проявляющемся снижением эмоционального фона, увеличением напряжённости. Повышение уровня ЛТ также находит своё отражение и в показателях кардиогемодинамики, которая находится в тесной взаимосвязи с психоэмоциональным состоянием [15].

На фоне общего снижения как временных, так и частотных показателей ВСР в группе с умеренным преобладанием центральной регуляции увеличение вклада относительных значений «очень» низкочастотной составляющей говорит о гипердаптивном состоянии и мобилизации энергетических и метаболических резервов. В группе с выраженным преобладанием процессов регуляции высокие показатели стресс-индекса свидетельствуют о напряжении регуляторных систем и увеличении активности центральных механизмов регуляции. В группе с умеренным преобладанием автономной регуляции на фоне более высокого общего спектра мощности наблюдается смещение вегетативного баланса в сторону преобладания влияния симпатической нервной системы и определяется повышенный вклад в общий спектр мощности «очень» низкочастотной составляющей, которая выражается в увеличении активности симпатического звена вегетативной регуляции и гипердаптивном состоянии с мобилизацией энергетических и метаболических резервов [23].

Можно предположить, что более низкие показатели психоэмоционального фона, а также данные

временных и спектральных показателей ВСР косвенно обусловлены условиями проживания и подвержены влиянию климатогеографических особенностей окружающей среды Арктической зоны Российской Федерации, либо возможными возрастными изменениями, проявляющимися в напряжении регуляторных систем, увеличении влияния симпатической нервной системы на деятельность миокарда, или суммацией вышеперечисленных факторов [7, 20].

Из недостатков исследования хотелось бы отметить следующее. Сезонность проведения исследования, несомненно, влияет на психоэмоциональное и функциональное состояние организма. Проведение более лонгитюдного исследования с привлечением большего числа участвующих позволило бы уточнить и расширить полученные ранее экспериментальные данные.

Таким образом, результаты проведенного исследования по оценке психофизиологического состояния организма человека в высоких широтах Арктики с учетом длительности пребывания показали, что психофизиологическое состояние организма и вновь прибывших, и длительно проживающих лиц изменяется как на психоэмоциональном, так и на физиологическом уровне под воздействием сложного комплекса климатогеографических особенностей в пос. Баренцбург, арх. Шпицберген.

Возрастающий интерес к освоению арктических территорий увеличивает необходимость использования человеческого потенциала, который в условиях высоких широт подвергается воздействию экстремальных факторов среды. Данное исследование позволяет внести вклад в понимание процессов адаптации организма человека и разработать долгосрочные здоровьесберегающие программы для снижения возможных негативных последствий воздействия окружающей среды.

Авторство

Пряничников Сергей Васильевич — ORCID 0000-0002-8321-6805; SPIN 8810-0942

Список литературы / References

1. Алякринский Б. С. Проблемы скрытого десинхрониза // Космическая биология и медицина. 1972. № 1. С. 32–37. Alyakrinskii B. S. Problems of latent desynchronization. *Kosmicheskaya biologiya i meditsina* [Space biology and medicine]. 1972, 1, pp. 32-37. [In Russian]
2. Андропова Т. И., Деряпа Н. Р., Соломатин А. П. Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека. Л.: Медицина, 1982. 248 с. Andronova T. I., Deryapa N. R., Solomatina A. P. *Helio-meteotropic reactions of a healthy and sick person*. Leningrad, Meditsina Publ., 1982, 248 p. [In Russian]
3. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. 295 с. Baevskii R. M. *Prediction of conditions on the verge of norm and pathology*. Moscow, Meditsina Publ., 1979, 295 p. [In Russian]
4. Баевский Р. М., Иванов Г. Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2001. № 3. С. 108–127.

Baevskii R. M., Ivanov G. G. Heart rate variability: the oretical aspects and clinical applications. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika* [Ultrasonic and functional diagnostics]. 2001, 3, pp. 108-127. [In Russian]

5. Баевский Р. М. Методические рекомендации по анализу ВСР при использовании различных электрокардиографических систем // Вестник аритмологии. 2002. № 24. С. 65–86.

Baevskii R. M. Guidelines for the analysis of HRV using various electrocardiographic systems. *Vestnik aritmologii* [Journal of arritmology]. 2002, 24, pp. 65-86. [In Russian]

6. Белишева Н. К., Конрадов А. А. Значение вариаций геомагнитного поля для функционального состояния организма человека в высоких широтах // Геофизические процессы и биосфера. 2005. Т. 4, № 1–2. С. 44–52.

Belisheva N. K., Konradov A. A. The value of geomagnetic field variations for the functional state of the human body at high latitudes. *Geofizicheskie protsessy i biosfera* [Geophysical processes and biosphere]. 2005, 4 (1-2), pp. 44-52. [In Russian]

7. Бойцов С. А., Белозерцева И. В., Кучмин А. Н., Захарова И. М., Княжева Т. Ю., Черкашин Д. В., Карпенко М. А. Возрастные особенности изменения показателей вариабельности сердечного ритма у практически здоровых лиц // Вестник аритмологии. 2002. № 26. С. 57–60.

Boitsov S. A., Belozertseva I. V., Kuchmin A. N., Zakharova I. M., Kniazheva T. Yu., Cherkashin D. V., Karpenko M. A. Age-related features of changes in heartrate variability in healthy individuals. *Vestnik aritmologii* [Journal of arritmology]. 2002, 26, pp. 57-60. [In Russian]

8. Бундзен П. В. Основные аспекты психофизиологических исследований в Антарктиде // Антарктика. М., 1972. Вып. 11. С. 201–211.

Bundzen P. V. The main aspects of psychophysiological research in Antarctica. *The Antarctic*. Moscow, 1972, iss. 11, pp. 201-211. [In Russian]

9. Васильевский Н. Н., Сороко С. И., Богословский М. М. Психофизиологические аспекты адаптации человека в Антарктиде. Л.: Медицина, 1978. С. 267.

Vasilevskii N. N., Soroko S. I., Bogoslovskii M. M. *Psychophysiological aspects of human adaptation in Antarctica*. Leningrad, Meditsina Publ., 1978, p. 267. [In Russian]

10. Волчек О. Д. Циклические изменения генетических психологических характеристик человека // Современные проблемы изучения и сохранения биосферы. Т. II. Живые системы под внешним воздействием / ред. Р. В. Красногорская. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. С. 44–51.

Volchek O. D. Cyclical changes in the genetic psychological characteristics of a person. *Contemporary problems of studying and preserving the biosphere. Vol. 2. Living systems under external influence*. Ed. R. V. Krasnogorskaya. Saint Petersburg, 1992, pp. 44-51. [In Russian]

11. Елисеев О. П. Практикум по психологии личности: 2-е изд., испр. и перераб. СПб.: Питер, 2002. 512 с.

Eliseev O. P. *Workshop on personality psychology*. Saint Petersburg, Piter Publ., 2002, 512 p. [In Russian]

12. Кедыш М. В. Адаптация человека к различным климатогеографическим условиям // Экологическая физиология человека. Л.: Наука, 1980. С. 468–528.

Kedysch M. V. Ecological physiology of man. Human adaptation to various climatic and geographical conditions. *Human environmental physiology*. Leningrad, 1980, pp. 468-528. [In Russian]

13. Короленко Ц. П. Психофизиология человека в экстремальных условиях. Л.: Медицина, 1978, 272 с.

Korolenko Ts. P. *Human psychophysiology in extreme conditions*. Leningrad, 1978, 272 p. [In Russian]

14. Мартынова А. А., Пряничников С. В., Михайлов Р. Е., Белишева Н. К. Особенности вариабельности сердечного ритма у работников горнорудного производства Кольского Заполярья // Экология человека. 2017. № 3. С. 31–37.

Martynova A. A., Pryanichnikov S. V., Mikhailov R. E., Belisheva N. K. Features of heart rate variability of mining workers of the Kola Arctic. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 3, pp. 31-37. [In Russian]

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

Mikhailov V. M. The variability of the heart rhythm. *Experience in the practical application of the method*. Ivanovo, 2000, 200 p. [In Russian]

16. Новикова К. Ф., Бяков И. М., Михеев Ю. П., Поволоцкая Н. П., Толкачева Н. П., Плюто Л. И. Вопросы адаптации и солнечная активность // Проблемы космической биологии / ред. акад. В. Н. Черниговский. М.: Наука, 1982. Т. 43. С. 9–46.

Novikova K. F., Byakov I. M., Mikheev Yu. P., Povolotskaya N. P., Tolkacheva N. P., Plyuto L. I. Adaptation Issues and Solar Activity. *Space Biology Problems*. Ed. akad. V. N. Chernigovskii. Moscow, 1982, 43, pp. 9-46. [In Russian]

17. Панин А. Е., Соколов В. П. Психосоматические взаимоотношения при хроническом эмоциональном напряжении. Новосибирск, 1981. 177 с.

Panin A. E., Sokolov V. P. *Psychosomatic relationships in chronic emotional stress*. Novosibirsk, 1981, 177 p. [In Russian]

18. Поликарпов Л. С., Лапко А. В., Хамнагадаев И. И., Яскевич Р. А. Метеотропные реакции сердечно-сосудистой системы и их профилактика. Новосибирск: Наука, 2005. 196 с.

Polikarpov L. S., Lapko A. V., Khamnagadaev I. I., Yaskovich R. A. *Meteorotropic reactions of the cardiovascular system and their prevention*. Novosibirsk, 2005, 196 p. [In Russian]

19. Полосатое М. В., Шевченко Ю. С. Влияние экстремальных факторов Антарктиды на психосоматический статус полярников // Труды советской антарктической экспедиции. 1977. Т. 64. С. 137–141.

Polosatoy M. V., Shevchenko Yu. S. The influence of extreme factors of Antarctica on the psychosomatic status of polar explorers. *The works of the Soviet Antarctic Expedition*. 1977, vol. 64, pp. 137-141. [In Russian]

20. Рожков В. П., Белишева Н. К., Мартынова А. А., Сороко С. И. Психофизиологические и кардиогемодинамические эффекты гелиогеомагнитных и метеорологических факторов у человека в условиях Заполярья // Физиология человека. 2014. Т. 40, № 4. С. 51–64.

Rozhkov V. P., Belisheva N. K., Martynova A. A., Soroko S. I. Psychophysiological and cardiohemodynamic effects of heliogeomagnetic and meteorological factors in human in the Arctic. *Fiziologiya cheloveka*. 2014, 40 (4), pp. 51-64. [In Russian]

21. Сезонная динамика физиологических функций у человека на Севере / под ред. Е. Р. Бойко. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 221 с.

Seasonal dynamics of physiological function in human the North. Ed. E. R. Boiko. Yekaterinburg, 2009, 221 p. [In Russian]

22. Хаснулин В. И., Хаснулин П. В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у

человека в высоких широтах // Экология человека, 2012. № 1. С. 3–11.

Khasnulin V. I., Khasnulin P. V. Modern views on the mechanisms of the formation of northern stress in humans at high latitudes. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 1, pp. 3-11. [In Russian]

23. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Изд-во Удмуртского университета, 2009. 259 с.

Shlyk N. I. *Heart rate and type of regulation in children, adolescents and athletes*. Izhevsk, 2009, 259 p. [In Russian]

24. Шлык Н. И., Сапожникова Е. Н., Кириллова Т. Г., Семенова В. Г. Типологические особенности функционального состояния регуляторных систем у школьников и юных спортсменов (по данным анализа вариабельности сердечного ритма) // Физиология человека. 2009. Т. 35, № 6. С. 85–93.

Shlyk N. I., Sapozhnikova E. N., Kirillova T. G., Semenov V. G. Typological features of the functional state of regulatory systems in schoolchildren and young athletes (according to the analysis of heart rate variability). *Fiziologiya cheloveka*. 2009, 35 (6), pp. 85-93. [In Russian]

25. Grimaldi S., Partonen T., Haukka J., Aromaa A., Lönnqvist J. Seasonal vegetative and affective symptoms in the Finnish general population: testing the dual vulnerability and latitude effect hypotheses. *Nord J Psychiatry*. 2009, 63 (5), pp. 397-404. doi: 10.1080/08039480902878729. PMID: 19363741

26. Haggarty J. M., Cernovsky Z., Husni M. The limited influence of latitude on rates of seasonal affective disorder. *J Nerv Ment Dis*. 2001, 189 (7), pp. 482-484. doi: 10.1097/00005053-200107000-00011. PMID: 11504327.

27. Kochan T. I., Shadrina V. D., Potolitsyna N. N., Eseva T. V., Ketkina O. A. Integrated Evaluation of the Influence of a Northern Environment on Human Metabolism and Physiological and Psychoemotional States. *Human Physiology*, 2008, 34 (3). pp. 356-362.

28. Mersch P. P., Middendorp H. M., Bouhuys A. L., Beersma D. G., van den Hoofdakker R. H. The prevalence of seasonal affective disorder in The Netherlands: a prospective and retrospective study of seasonal mood variation in the general population. *Biol. Psychiatry*. 1999, 45 (8), pp. 1013-1022. doi: 10.1016/s0006-3223(98)00220-0. PMID 10386184. S2CID 21467329)

29. Partonen T., Partinen M., Lonnqvist J. Frequencies of seasonal major depressive symptoms at high latitudes. *Eur Arch Psychiat Clin Neurosci*. 1993, 243, pp. 189-192. doi: 10.1007/BF02190726

30. Persinger M. A. *The weather matrix and human behavior*. N. Y., Praeger, 1980, 328 p.

31. Taylor A. J. W. Psychological adaptation to the polar environment. *Int J Circumpolar Health*. 1998, 57, pp. 58-68

32. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. *Circulation*. 1996, 93, pp. 1043-1065.

Контактная информация:

Пряничников Сергей Васильевич — научный сотрудник Научного отдела медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике ФГБУН «Кольский научный центр Российской академии наук»

Адрес: 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 16а,

E-mail: Pryanichnikov@medknc.ru