

КЛИНИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

DOI: 10.7868/S0869813918070092

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТРЕВОЖНОСТЬЮ  
И ВАРИАБЕЛЬНОСТЬЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА  
ПРИ КОРРЕКЦИИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

© А. Б. Николаев,<sup>1</sup> Т. Д. Джебрайлова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт нормальной физиологии  
им. П. К. Анохина РАН, Москва, Россия  
E-mail: ab@povedenie.ru

<sup>2</sup> Первый Московский государственный медицинский университет  
им. И. М. Сеченова, Москва, Россия

Исследовали динамику характеристик variability сердечного ритма (ВСП) при тестировании уровня тревожности (по Spielberger) до и после коррекции эмоционального напряжения с использованием оригинальной методики достижения психоэмоциональной стабильности [14] у 33 человек (16 женщин и 17 мужчин) в возрасте 18—55 лет. После коррекции эмоционального напряжения наблюдалось достоверное снижение не только ситуативной, но и личностной тревожности. До коррекции при тестировании личностной тревожности отмечалось уменьшение длительности RR-интервалов электрокардиограммы, свидетельствующее о преобладании оборонительного компонента в структуре когнитивной деятельности. После коррекции наблюдалось повышение общей мощности и мощности очень низкочастотного (VLF) диапазона спектра ВСП. Высокие значения общей мощности и мощности VLF-диапазона свидетельствуют о большей выраженности ориентировочного компонента в составе когнитивной деятельности.

*Ключевые слова:* тревожность, variability сердечного ритма, коррекция эмоционального напряжения.

Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. Т. 104. № 8. С. 984—995. 2018

A. B. Nikolaev,<sup>1</sup> T. D. Dzhebrailova.<sup>1,2</sup> RELATIONSHIPS BETWEEN ANXIETY AND HEART RATE VARIABILITY DURING CORRECTION OF PSYCHOEMOTIONAL STRESS. <sup>1</sup> Anokhin Research Institute of Normal Physiology of the RAS, Moscow, Russia; e-mail: ab@povedenie.ru; <sup>2</sup> I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia.

Dynamic of heart rate variability was studied in 33 subjects (16 women and 17 men; 18—55 years) during testing of anxiety (according to Spielberger) before and after correction of psychoemotional stress by original method of psychoemotional stability (Nikolaev A. B., Sudakov S. K., 2017). After correction of emotional stress a significant decrease in state and trait anxiety was observed. During testing of anxiety before the correction a decrease the length of RR intervals, which indicated the dominance of the defensive component in the structure of intellectual activity, was recorded. The total spectral power and power of the VLF range increased after the correction. The high values of the total spectral power and power of the

VLF range during testing indicate a greater manifestation of the orientation component in the composition of intellectual activity.

*Key words:* anxiety, heart rate variability (HRV), correction of emotional stress.

RUSSIAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY. V. 104. N 8. P. 984—995. 2018

Согласно традиционным представлениям [19, 26], тревожность как черта личности предрасполагает индивида к восприятию широкого круга объективно безопасных обстоятельств, содержащих угрозу, побуждая реагировать на них тревожностными состояниями, интенсивность которых не соответствует величине объективной опасности. Состояния тревожности (ситуативная тревожность) характеризуются субъективными, сознательно воспринимаемыми ощущениями угрозы и напряжения, сопровождаемыми или связанными с активацией или возбуждением автономной нервной системы [25]. При определенной степени выраженности тревожность выполняет адаптивную роль, способствуя мобилизации организма в сложных стрессорных ситуациях. Неадекватно высокая ситуативная тревожность может приводить к дезадаптации и дезорганизации психической деятельности.

Личностная тревожность является психофизиологическим свойством, способствующим возникновению у человека ряда нервно-психических расстройств и психосоматических заболеваний, в структуре которых она зачастую выступает в качестве ведущего симптома [16]. Тревожность — одно из наиболее частых явлений, сопровождающих как разнообразные психологические проблемы у здоровых, так и клиническую симптоматику не только у больных нервно-психическими и психосоматическими расстройствами, но и в целом в клинике внутренних болезней и тяжелых инфекционных заболеваний [2, 17].

Важная роль тревожности как одного из факторов, детерминирующих особенности поведения и его результативность прежде всего в стрессорных условиях, а также влияющих на симптоматику и течение широкого круга заболеваний определяет актуальность разработки методов коррекции психоэмоционального состояния человека, направленных на снижение уровня тревожности. Ранее одним из соавторов представляемой работы была разработана оригинальная методика коррекции психоэмоционального напряжения путем словесно-эмоциональной реорганизации динамических стереотипов, методические рекомендации по применению которой [13, 14] одобрены ученым советом НИИ нормальной физиологии им. П. К. Анохина.

Учитывая, что подавляющее большинство методов тестирования уровня тревожности, в том числе и широко применяемая методика Ч. Спилбергера, основаны на субъективной оценке индивидом своего состояния, актуальным является вопрос о поиске объективных физиологических коррелятов уровня как личностной, так и ситуативной тревожности. Для оценки состояния систем нейровегетативной регуляции, в том числе в связи с определением уровня тревожности, наиболее часто используется методика анализа variability сердечного ритма (BCP), однако результаты таких исследований достаточно противоречивы. По одним данным повышение тревожности сопровождается снижением BCP в целом [20] или преимущественно в высокочастотном (HF) диапазоне [23]. В другом исследовании показано отсутствие взаимосвязи ситуативной тревожности с мощностью низкочастотного (LF) диапазона компонента при отрицательной связи с мощностью HF-компонента спектра BCP [24]. Наряду с этим приводятся сведения о возможности положительной взаимосвязи уровня тревожности с мощностью HF-компонента спектра [22]. Анализ индивидуальных данных позволил установить, что взаимосвязь между ситуа-

тивной тревожностью и респираторной синусовой аритмией (HF-компонент) значительно варьирует от индивидуума к индивидууму и зависит от диапазона колебаний уровня тревожности [9].

Целью представляемой работы было выявление объективных физиологических коррелятов изменения уровня тревожности после коррекции психоэмоционального состояния с использованием оригинальной методики реорганизации динамических стереотипов.

## МЕТОДИКА

В исследовании на основе добровольного информированного согласия приняли участие 33 человека (16 женщин и 17 мужчин) в возрасте 18—55 лет. У всех обследованных тестировали уровень тревожности и регистрировали ЭКГ до (первичное обследование) и после (заключительное обследование) коррекции психоэмоционального напряжения с использованием новой оригинальной технологии словесно-эмоциональной реорганизации динамических стереотипов [14]. Обследования и собственно коррекция состояния каждого участника проходили в течение 7 недель на 13-двухчасовых занятиях со специалистом. Дважды в неделю на каждом занятии участник осваивал соответствующую тему с условием последующей ежедневной самостоятельной тренировки приобретаемых навыков. Первое занятие было отведено первичному, последнее — заключительному обследованию.

В контрольном исследовании также на основе добровольного информированного согласия принял участие 21 человек (10 женщин и 11 мужчин) в возрасте 19—50 лет. У испытуемых контрольной группы тестирование уровня тревожности и регистрацию ЭКГ проводили дважды с промежутком в 7 недель, на протяжении которых никаких коррекционных мероприятий не осуществляли.

*Организация и методы обследования.* Обследуемым, находящимся в положении сидя, предлагали с помощью планшета, расположенного на столе, выбрать ответы в он-лайн тестах по определению уровня личностной и ситуативной тревожности (STAI) по Ч. Спилбергеру [18]. При этом у обследуемых регистрировали ЭКГ (в положении сидя, в трех стандартных отведениях) на трех этапах: в состоянии относительного покоя с открытыми глазами (исходное состояние, Фон); во время тестирования ситуативной (ТС) и во время тестирования личностной (ТЛ) тревожности. ЭКГ регистрировали с использованием электрокардиографа «ВНС — Ритм» и соответствующего программного обеспечения фирмы «Нейрософт» (Россия, 2008) на диск компьютера. Эпоха анализа в пределах каждого этапа составляла 5 мин. Как правило, тестирование ситуативной и личностной тревожности продолжалось более 5 мин, после чего программа записи ЭКГ останавливалась, а обследуемый продолжал отвечать на вопросы теста. Единичные случаи, когда тестирование ситуативной или личностной тревожности занимало менее 5 мин, отмечались при тестировании контрольной группы испытуемых и в дальнейший анализ не включались. Оцифровка сигналов осуществлялась с частотой квантования 2000 Гц. Обработку ЭКГ проводили на основе пакета программ «Поли-Спектр-Ритм» фирмы «Нейрософт», осуществляющих анализ вариабельности сердечного ритма в соответствии с рекомендациями «Международного стандарта» [12, 21]. Использовали статистические характеристики и результаты спектрального анализа вариабельности сердечного ритма (BCP):

RRNN (мс) — средняя длительность RR-интервалов;

CV (%) — коэффициент вариации длительности RR-интервалов;  
TP (мс<sup>2</sup>) — общая мощность спектра (0.003—0.40 Гц);  
HF (мс<sup>2</sup>) — мощность в высокочастотном диапазоне (0.15—0.40 Гц);  
LF (мс<sup>2</sup>) — мощность в низкочастотном диапазоне (0.04—0.15 Гц);  
VLF (мс<sup>2</sup>) — мощность в очень низкочастотном диапазоне (0.003—0.04 Гц);

Проводили количественную (в баллах) и качественную оценку уровня ситуативной и личностной тревожности с использованием граничных значений: низкий — до 30 баллов; 31—44 балла — средний; 45 и более — высокий уровень тревожности [18].

Для оценки эффективности коррекции вычисляли степень изменения ситуативной ( $\Delta TC$ , %) и личностной ( $\Delta TL$ , %) тревожности по формулам:

$\Delta TC = (TC1 - TC2) / TC1 \times 100$ , где TC1 — оценка ситуативной тревожности при первичном обследовании; TC2 — при заключительном обследовании;

$\Delta TL = (TL1 - TL2) / TL1 \times 100$ , где TL1 — оценка личностной тревожности при первичном обследовании; TL2 — при заключительном обследовании.

Для статистической обработки и представления результатов использовали пакет Statistica v.10. Учитывая, что характеристики спектрального анализа ВСР имеют распределение, отличное от нормального, использовали методы непараметрической статистики. Вычисляли медиану и интерквартильный интервал между 25 и 75 % процентилями. Достоверность различий оценивали по критериям Манна—Уитни и Уилкоксона. Проводили корреляционный анализ по Спирмену.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

После коррекции наблюдалось достоверное уменьшение как ситуативной, так и личностной тревожности (табл. 1). Степени изменения ситуативной и личностной тревожности индивидуально варьировали, но при этом коррелировали между собой ( $r = 0.61$ ,  $p < 0.001$ ). Наибольшие индивидуальные вариации наблюдались в степени изменения ситуативной тревожности. Поэтому для выявления физиологических коррелятов индивидуальных различий динамики тревожности в результате коррекции были выделены группы испытуемых с высокой (1-я группа;  $\Delta TC > M + m$ ) или низкой (2-я группа;  $\Delta TC < M + m$ ) степенью изменения ситуативной тревожности (где  $M$  — это среднее значение степени изменения, а  $m$  — стандартная ошибка среднего). В 1-ю группу вошли 17 человек (8 мужчин и 9 женщин), а во 2-ю — 13 человек (7 мужчин и 6 женщин). У 3 испытуемых значения  $\Delta TC$  находились в интервале  $M \pm m$ , поэтому они не могли быть отнесены к какой-либо из групп.

При первичном обследовании различий в оценках личностной и ситуативной тревожности у испытуемых выделенных групп не обнаружено. После коррекции и личностная, и ситуативная тревожность были достоверно выше у испытуемых 2-й группы.

У испытуемых контрольной группы значимых изменений личностной и ситуативной тревожности во время второго обследования по сравнению с первым не наблюдалось (табл. 1).

Распределение испытуемых (в %) по диапазонам уровня тревожности до и после коррекции приведено в табл. 2. При анализе таблицы обращает на себя внимание тот факт, что при первичном обследовании наблюдалось большое количество испытуемых с высоким (более половины) и средним (почти половина) уровнем личностной тревожности. После коррекции более чем в 2 раза (до 8 человек) уменьшалось количество испытуемых с высоким и до 16 человек

Таблица 1

Результаты тестирования личностной и ситуативной тревожности во время первичного и заключительного обследования (медиана и интерквартильный интервал 25 и 75 %).

Тестирование	Контрольная группа	Обследуемые до и после коррекции				<i>p</i> (1—2-я группы)
		все обследуемые	1-я группа	2-я группа		
ТЛ1 (балл)	40 36—49	45 38—55	42 36—48	47 41—56	—	
ТЛ2 (балл)	41 34—49	31 25—44	25 23—30	44 33—53	< 0.001	
<i>p</i> (ТЛ1—ТЛ2)	—	< 0.001	< 0.001	—		
ТС 1 (балл)	39 31—50	39 34—52	42 34—52	38 37—46	—	
ТС2 (балл)	37 30—49	31 25—38	26 23—32	38 33—48	0.003	
<i>p</i> (ТС1—ТС2)	—	< 0.001	< 0.001	—		
ΔТС, %	3.3 -15.9—14.0	23.1 7.7—32.7	37.5 26.5—42.3	5.1 0—8.3	< 0.001	
ΔТЛ, %	-2.5 -6.3—5.6	25.8 5.5—39.0	35.5 25.0—41.5	5.5 3.6—10.3	< 0.001	

Примечание. ТЛ1 — тревожность личностная при первичном обследовании, ТЛ2 — тревожность личностная при заключительном обследовании, ТС1 — тревожность ситуативная при первичном обследовании, ТС2 — тревожность ситуативная при заключительном обследовании, ΔТС — степень изменения ситуативной тревожности, ΔТЛ — степень изменения личностной тревожности, 1-я группа — лица с высокой степенью изменения ситуативной тревожности, 2-я группа — лица с низкой степенью изменения ситуативной тревожности.

Таблица 2

Распределение испытуемых в соответствии с качественной оценкой уровня личностной (ТЛ) и ситуативной (ТС) тревожности до (1) и после (2) коррекции

Уровень тревожности, %	Все испытуемые (33 человека)				1-я группа (17 человек)				2-я группа (13 человек)			
	ТЛ		ТС		ТЛ		ТС		ТЛ		ТС	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Высокий <i>n</i>	51.5 17	24.2 8	36.4 12	15.2 5	41.2 7	11.8 2	47.1 8	5.9 1	61.5 8	46.2 6	30.8 4	30.8 4
Средний <i>n</i>	45.5 15	27.3 9	45.5 15	42.4 14	52.9 9	11.8 2	35.3 6	29.4 5	38.5 5	46.2 6	53.9 7	61.5 8
Низкий <i>n</i>	3.0 1	48.5 16	18.1 6	42.4 14	5.9 1	76.4 13	17.6 3	64.7 11	— —	7.6 1	15.3 2	7.7 1

Примечание. 1-я группа — лица с высокой степенью изменения ситуативной тревожности, 2-я группа — лица с низкой степенью изменения ситуативной тревожности. *n* — количество человек.

увеличивалось с низким уровнем личностной тревожности. Одновременно после коррекции более чем в 2 раза уменьшилось количество испытуемых с высоким и увеличилось с низким уровнем ситуативной тревожности. В 1-й группе при исходном (до коррекции) преобладании числа испытуемых со средним и высоким уровнем как личностной, так и ситуативной тревожности после коррекции у большинства индивидов наблюдался низкий уровень обеих оценок тревожности. Во 2-й группе как до, так и после коррекции у большинства испытуемых отмечался высокий и средний уровень тревожности.

Анализ показателей ВСР у всех испытуемых (33 человека) показал (табл. 3), что во время первичного обследования наблюдалось достоверное, по сравнению с исходным состоянием (Фон 1) уменьшение длительности RR-интервалов ЭКГ при тестировании личностной тревожности ( $p = 0.036$ ) и увеличение общей мощности спектра ВСР при тестировании ситуативной тревожности ( $p = 0.034$ ). На этапах заключительного обследования (Фон 2, ТС2 и ТЛ2) по сравнению с аналогичными этапами первичного обследования (Фон 1, ТС1 и ТЛ1 соответственно) отмечалось увеличение общей мощности (ТР) и мощности VLF-компонента спектра ВСР, достигавшее достоверного уровня при тестировании личностной тревожности ( $p = 0.028$  и  $p = 0.005$  для ТР и VLF соответственно).

Проведенное исследование не выявило достоверных различий абсолютных значений показателей ВСР у испытуемых выделенных групп ни при первичном, ни при заключительном обследовании. Однако были обнаружены существенные особенности динамики характеристик сердечного ритма на этапах обследования у индивидов, вышедших в 1-ю и 2-ю группы (табл. 3).

У испытуемых 1-й группы во время первичного обследования наблюдалось достоверное уменьшение длительности RR-интервалов ЭКГ на этапах тестирования ситуативной ( $p = 0.039$ ) и личностной ( $p = 0.033$ ) тревожности по сравнению с исходным состоянием. Во время заключительного обследования значимого уменьшения длительности RR-интервалов на этапах тестирования тревожности, по сравнению с исходным состоянием (Фон 2) не отмечалось. При этом заключительное тестирование ситуативной тревожности происходило при достоверно ( $p = 0.049$ ) большей длительности RR-интервалов, чем первичное тестирование. На этапах заключительного тестирования у испытуемых 1-й группы наблюдались более высокие, чем на соответствующих этапах первичного тестирования, значения общей мощности и мощности VLF-компонента спектра ВСР. Достоверного уровня различия достигали в исходном состоянии (Фон 2 по сравнению с Фон 1) для VLF-компонента ( $p = 0.035$ ) и при тестировании личностной тревожности (ТЛ2 по сравнению с ТЛ1) для ТР ( $p = 0.023$ ) и VLF-компонента ( $p = 0.003$ ) спектра ВСР. При тестировании личностной тревожности (ТЛ2) наблюдалось также достоверное увеличение мощности VLF-компонента ( $p = 0.044$ ) по сравнению с исходным состоянием (Фон 2).

У испытуемых 2-й группы ни при первичном, ни при заключительном обследовании достоверных изменений длительности RR-интервалов во время тестирования тревожности по сравнению с исходным состоянием не наблюдалось. Не обнаружено также значимого изменения характеристик ВСР после коррекции (табл. 3).

У испытуемых контрольной группы значимых изменений характеристик ВСР при втором обследовании по сравнению с первым не обнаружено (табл. 4). Во время первого обследования при тестировании ТЛ1 отмечалось уменьшение RRNN ( $p = 0.029$ ) и увеличение ТР ( $p = 0.028$ ) при тестировании



Таблица 3

Характеристики сердечного ритма (медиана и интерквартильный интервал 25 и 75 %) до (1) и после (2) коррекции в исходном состоянии (Фон) и при тестировании ситуационной (ТС) и личностной (ТЛ) тревожности у всех обследованных и испытуемых выделенных групп

Характеристика	До коррекции (1)			После коррекции (2)		
	Фон 1	ТС1	ТЛ1	Фон 2	ТС2	ТЛ2
Все обследованные (33 человека)						
RRNN, мс	802 716—824	785 732—817	769# 727—811	809 767—853	799 770—856	788 750—863
TP, мс <sup>2</sup>	1505 968—2405	1708# 1120—3004	1671 958—2360	1946 1061—2860	1996 1147—3240	2194* 1224—3107
HF, мс <sup>2</sup>	286 142—428	329 235—480	339 153—482	369 182—761	406 210—827	365 271—731
LF, мс <sup>2</sup>	557 281—871	675 326—1270	646 340—1058	620 355—1097	598 334—1193	776 401—1034
VLF, мс <sup>2</sup>	546 326—1019	580 412—1124	722 358—921	677 458—1047	846 371—1159	795* 571—1344
1-я группа (17 человек)						
RRNN, мс	815 730—821	780# 732—808	769# 738—790	830 776—853	816* 776—918	804 750—921
TP, мс <sup>2</sup>	1505 1007—1793	1658 1081—2410	1688 981—2110	1963 1082—2555	2055 1735—2441	2384* 1726—3197
HF, мс <sup>2</sup>	352 142—428	329 239—408	320 182—417	369 202—724	446 309—785	396 301—683
LF, мс <sup>2</sup>	697 330—871	673 329—1099	660 339—1145	620 355—1097	651 530—1071	878 382—1034
VLF, мс <sup>2</sup>	546 367—721	540 412—1028	722 275—920	617* 428—1047	788 386—1108	1023** 563—1483
2-я группа (13 человек)						
RRNN, мс	809 716—858	799 733—881	807 741—871	807 767—849	797 786—846	787 758—842
TP, мс <sup>2</sup>	1459 760—2150	1403 779—3004	1654 935—2409	1296 1058—2475	1274 798—3077	1620 1191—2501
HF, мс <sup>2</sup>	235 125—315	303 116—398	339 97—434	217 96—528	250 96—630	287 170—710
LF, мс <sup>2</sup>	401 242—808	473 169—980	646 361—795	419 353—859	418 311—964	644 393—801
VLF, мс <sup>2</sup>	492 228—1019	580 391—898	585 358—831	546 458—726	803 305—1066	737 568—997

Примечание. 1-я группа — лица с высокой степенью изменения ситуативной тревожности, 2-я группа — лица с низкой степенью изменения ситуативной тревожности. # — Достоверное изменение характеристик ВСП при тестировании тревожности по сравнению с исходным состоянием (Фон 1 или Фон 2) в пределах каждого обследования; \* достоверное изменение характеристик ВСП на этапах заключительного обследования по сравнению с соответствующими этапами первичного обследования.

Таблица 4

Характеристики сердечного ритма (медиана и интерквартильный интервал 25 и 75 %) у испытуемых контрольной группы до (1) и после (2) коррекции в исходном состоянии (Фон) и при тестировании ситуационной (ТС) и личностной (ТЛ) тревожности

Характеристика	Обследование 1			Обследование 2		
	Фон 1	ТС1	ТЛ1	Фон 2	ТС2	ТЛ2
RRNN, мс	781	778	769 <sup>#</sup>	772	751	747 <sup>#</sup>
TP, мс <sup>2</sup>	726—842	718—857	707—830	706—806	693—797	714—799
	1710	1980 <sup>#</sup>	1944	1810	1838	2032
HF, мс <sup>2</sup>	1021—2175	1402—3028	1123—2840	1097—2714	1089—3182	1250—2730
	298	230	378	320	258	264
LF, мс <sup>2</sup>	114—378	170—550	192—496	160—660	182—644	153—660
	489	680	691	510	627	606
VLF, мс <sup>2</sup>	241—872	274—931	299—1023	410—930	362—821	445—920
	659	845	735	522	794	892
	465—1161	362—1099	525—1107	371—1049	377—1368	318—1035

Примечание: <sup>#</sup> Достоверное изменение характеристик ВСР при тестировании тревожности по сравнению с исходным состоянием (Фон 1 или Фон 2) в пределах каждого обследования.

ТС1 по сравнению с исходным состоянием (Фон 1). Во время второго обследования отмечено достоверное уменьшение RRNN ( $p = 0.017$ ) при тестировании ТЛ2 по сравнению с исходным состоянием (Фон 2).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

После коррекции психоэмоционального состояния у испытуемых наблюдалось достоверное снижение не только ситуативной, но и личностной тревожности, имевшие существенные индивидуальные вариации, более выраженные в динамике ситуативной тревожности. Большая выраженность индивидуальных различий послужила основанием для выделения групп индивидов с высокой и низкой степенью снижения ситуативной тревожности в результате коррекции. По исходной оценке личностной и ситуативной тревожности выделенные группы испытуемых не различались, в обеих группах были индивиды, главным образом, с высокой и средней тревожностью. После коррекции у большинства испытуемых с высокой степенью снижения ситуативной тревожности субъективная оценка как ситуативной, так личностной характеристик соответствовала низкому уровню.

Сам процесс тестирования можно рассматривать как достаточно специфический вид когнитивной деятельности, в ходе которой человек должен прочесть 20 утверждений и выбрать один из четырех возможных вариантов ответа, соответствующий либо его состоянию в данный момент (ситуативная тревожность), либо его обычному состоянию (личностная тревожность). В целом для всей группы испытуемых при первичном тестировании личностной тревожности отмечалось достоверное уменьшение длительности RR-интервалов ЭКГ, а при оценке ситуативной тревожности — увеличение общей мощности спектра ВСР по сравнению с исходным состоянием. Эти данные соответствуют результатам, полученным нами ранее [15], однако в этом исследовании наблюдался более широкий спектр достоверных изменений характеристик ВСР при тестировании по сравнению с исходным состоянием. А именно при тестировании ситуативной тревожности наряду с увеличением TP отмечался так-



же достоверный рост мощности VLF- и LF-компонентов, а при тестировании личностной тревожности помимо уменьшения RR-интервалов — увеличение мощности LF и соотношения LF/HF-компонентов спектра ВСП. Следует отметить, что в ранее проведенном обследовании наблюдался существенно меньший, чем в настоящем исследовании, индивидуальный разброс оценок как личностной (от 28 до 58 баллов), так и ситуативной (от 25 до 53 баллов) тревожности. Можно полагать, что более широкий спектр достоверных изменений характеристик ВСП при переходе от исходного состояния к этапам заполнения тестов был обусловлен большей однородностью группы испытуемых по уровню тревожности.

Изменения характеристик сердечного ритма как при переходе от исходного состояния к этапам заполнения тестов, так и после коррекции проявлялись в группе испытуемых с высокой степенью уменьшения ситуативной тревожности.

Одним из факторов, обуславливающих особенности динамики показателей сердечного ритма при информационной нагрузке является соотношение в структуре деятельности ориентировочного и оборонительного рефлексов [7]. Учитывая, что увеличение ЧСС при информационной нагрузке рассматривается как одно из проявлений оборонительного рефлекса, уменьшение длительности RR-интервалов при тестировании тревожности во время первичного обследования можно расценивать как свидетельство преобладания оборонительного компонента в структуре когнитивной деятельности, характерное для индивидов 1-й группы.

Увеличение общей мощности (TP) и мощности VLF-компонента спектра ВСП, отмечаемое после коррекции у всей выборки испытуемых, но наиболее характерное для индивидов, вошедших в 1-ю группу (с высокой степенью уменьшения ТС), в определенной мере согласуется с данными литературы, в соответствии с которыми повышение тревожности сопровождается снижением уровня ВСП в целом [20]. При применении психофизиологической коррекции в комплексной терапии больных туберкулезом наряду со снижением тревожности у пациентов было обнаружено достоверное увеличение SDNN и тенденция к увеличению TP [2]. Увеличение общей мощности спектра ВСП наблюдалось при выполнении тестов на внимание у представителей дневного и вечернего хронотипов [6]. Принято считать, что общая мощность спектра отражает суммарный эффект воздействия на сердечный ритм всех уровней регуляции [4], и ее относительно высокие значения свидетельствуют о хорошем функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы и достаточно высоких адаптационных возможностях [3, 12].

Генез VLF колебаний до сих пор неясен и, вероятнее всего, связан с влиянием надсегментарных (в первую очередь гипоталамических) центров автономной регуляции, может быть обусловлен влиянием эндокринных или гуморальных факторов на синусовый узел [4, 11, 12]. Повышение мощности VLF-компонента спектра во время счета в уме рассматривают как одно из проявлений ментального стресса [10]. Наряду с этим отмечено увеличение доли мощности VLF-компонента в спектре ВСП у студентов после выполнения учебного теста при одновременном снижении давления крови и стресс-индекса [1].

Наше исследование впервые показало, что снижение уровня тревожности сопровождалось не просто увеличением мощности спектра, а изменением динамики характеристик ВСП при информационной нагрузке. После коррекции на фоне повышения общей мощности спектра у испытуемых 1-й группы вместо уменьшения длительности RR-интервалов, отмечавшегося во время пер-

вичного обследования, при тестировании ЛТ наблюдалось повышение мощности VLF-компонента спектра ВСП.

Следует отметить, что увеличение площади частотного спектра ритмограммы сердца рассматривают как форму активации, эффективно обеспечивающую когнитивную деятельность при отсутствии стрессорных факторов [5]. Показано увеличение активности метаболического модулятора (0.02—0.04 Гц) сердечного ритма в ситуации пассивного внимания [7]. При исследовании физиологических коррелятов сенсомоторной деятельности нами были получены данные, позволяющие рассматривать увеличение мощности VLF-диапазона спектра ВСП как отражение активации механизмов произвольного внимания [8]. Так как активация внимания является неотъемлемой составляющей ориентировочного поведения, можно полагать, что после коррекции и снижения тревожности преобладающим в структуре когнитивной деятельности у испытуемых является уже не оборонительный, а ориентировочный компонент.

Самостоятельный интерес представляет вопрос о том, какие факторы предопределили большую эффективность коррекции у одних и меньшую у других индивидов. Испытуемые, вошедшие в группу с высокой степенью уменьшения ситуативной тревожности, отличались тем, что при первичном обследовании у них наблюдалось уменьшение RR-интервалов ЭКГ при тестировании тревожности, свидетельствующее о преобладании оборонительного компонента в структуре когнитивной деятельности. Таким образом, предложенный способ коррекции при достоверном положительном эффекте у всех обследованных оказался наиболее эффективен для испытуемых с исходным преобладанием оборонительного компонента в структуре деятельности. В результате коррекции у этих индивидов изменялся характер реагирования на информационную нагрузку и преобладающим становился ориентировочный компонент.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате коррекции психоэмоционального напряжения с использованием методики словесно-эмоциональной реорганизации у испытуемых наблюдалось снижение не только ситуативной, но и личностной тревожности.

Впервые показано, что коррелятом снижения тревожности является изменение динамики показателей сердечного ритма при информационной нагрузке. До коррекции при тестировании уровня тревожности у испытуемых наблюдалось достоверное уменьшение длительности RR-интервалов ЭКГ. После коррекции на фоне повышения общей мощности спектра у испытуемых с выраженным уменьшением тревожности при тестировании ЛТ наблюдалось повышение мощности VLF-компонента спектра ВСП.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Андрианов В. В., Василюк Н. А., Бирюкова Е. В. Когнитивная деятельность студентов и ее гемодинамическое обеспечение. Вестн. новых мед. технологий. 24(2): 130—135. 2017.
- [2] Афтанас Л. И., Краснов В. А., Колесникова О. В., Свистельник А. В., Колпакова Т. А., Труфакин В. А. Эффекты психофизиологической коррекции в комплексной терапии больных туберкулезом легких: (I) анализ психомоторных функций и нейровегетативной регуляции. Бюл. СО РАМН. 121(3): 90—98. 2006.
- [3] Бабуңц И. В., Мириджанян Э. М., Машаех Ю. А. Азбука анализа вариабельности сердечного ритма. Ставрополь. Принтмастер. 2002.

[4] *Баевский Р. М.* Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развитие в космической медицине. Успехи физиол. наук. 37(3): 42—57. 2006.

[5] *Ведерко О. В., Данилова Н. Н., Гуляева Н. В., Коган Б. М., Лазарева Н. А., Онуфриев М. В.* Эффекты информационного стресса у человека: соотношение биохимических параметров и сердечного ритма. Нейрохимия. 20(1): 68—74. 2003.

[6] *Ведясова О. А., Павленко С. И., Кротова И. Г., Комарова М. В.* Влияние информационной нагрузки на динамику спектральных параметров variability сердечного ритма у студентов с разными хронотипами. Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 102(8): 990—1001. 2016.

[7] *Данилова Н. Н., Астафьев С. В.* Внимание человека как специфическая связь ритмов ЭЭГ с волновыми модуляторами сердечного ритма. Журн. высш. нерв. деятельности. 50(5): 791—804. 2000.

[8] *Джебраилова Т. Д., Коробейникова И. И., Дудник Е. Н., Каратыгин Н. А.* Вегетативные корреляты индивидуальных различий временных параметров и результативность интеллектуальной деятельности человека. Физиология человека. 39(1): 94—102. 2013.

[9] *Димитриев Д. А., Саперова Е. В., Димитриев А. Д., Карпенко Ю. Д.* Влияние тревожности на функционирование кардиореспираторной системы. Физиология человека. 40(4): 91—98. 2014.

[10] *Димитриев Д. А., Саперова Е. В.* Variability сердечного ритма и артериальное давление при ментальном стрессе. Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 101(1): 98—107. 2015.

[11] *Котельников С. А., Ноздрачев А. Д., Одинак М. М., Шустов Е. Б., Коваленко И. Ю., Давыденко В. Ю.* Variability ритма сердца: представления о механизмах. Физиология человека. 8(1): 130—143. 2002.

[12] *Михайлов В. М.* Variability ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново. Иван. гос. мед. академия. 2002.

[13] *Николаев А. Б., Клименко Т. В., Судаков С. К.* Самодиагностика КПД жизнедеятельности. М. Европейские полиграфические системы. 2013.

[14] *Николаев А. Б., Судаков С. К.* Метод достижения психоэмоциональной стабильности через реорганизацию индивидуального психоэмоционального напряжения у работников атомной, нефтегазовой отраслей работающих в специальных условиях повышенной личной ответственности. М. Европейские полиграфические системы. 2017.

[15] *Николаев А. Б., Джебраилова Т. Д.* Динамика характеристик сердечного ритма во время психологического тестирования. Вестн. новых мед. технологий. Электронное издание. № 1. Публикация 2—19. 2017. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-1/2-19>. DOI: 10.12737/25099.

[16] *Свидерская Н. Е., Прудников В. Н., Антонов А. Г.* Особенности ЭЭГ-признаков тревожности у человека. Журн. высш. нерв. деятельности 51(2): 158—165. 2001.

[17] *Соловьева С. Л.* Тревога и тревожность: теория и практика [Электронный ресурс]. Медицинская психология в России. Электрон. науч. журн. 17(6). 2012. URL: <http://medpsy.ru>.

[18] *Ханин Ю. Л.* Краткое руководство к применению шкалы реактивной и личностной тревожности Ч. Д. Спилбергера. Л. ЛНИИФК. 1976.

[19] *Хекхаузен Х.* Мотивация и деятельность. Серия «Мастера психологии». СПб. Питер. 2003.

[20] *Friedman B. H.* An autonomic flexibility-neurovisceral integration model of anxiety and cardiac vagal tone. Biol. Psychol. 74(2): 185—199. 2007.

[21] *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. Circulation. 93(5): 1043. 1996.

[22] *Jönsson P.* Respiratory sinus arrhythmia as a function of state anxiety in healthy individuals. Int. J. Psychophysiol. 63(1): 48—54. 2007.

[23] *Licht C. M., de Geus E. J., Van Dyck R., Penninx B. W.* Association between anxiety disorders and heart rate variability in the netherlands study of depression and anxiety (NESDA). Psychosom. Med. 71(5): 508. 2009.

[24] *Miu A. C., Heilman R. M., Miclea M.* Reduced heart rate variability and vagal tone in anxiety: trait versus state, and the effects of autogenic training. Auton. Neurosci. 145(1—2): 99. 2009.

[25] *Spielberger C. D.* Anxiety and Behavior. N. Y. Acad. Press. 1966.

[26] *Spielberger C. D., Reheiser E. C., Sydeman S. J.* Measuring the experience, expression and control of anger. In: H. Kassionov (ed.). Anger disorders: Definitions, diagnosis, and treatment. Washington. DC: Taylor and Francis. 1995.

Поступила 4 X 2017  
После доработки 6 II 2018