
Психофизиологические особенности регуляции эмоциональных реакций у специалистов опасных профессий

Ковалева М.Е., младший научный сотрудник лаборатории психогигиены и психопрофилактики, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии имени В.П. Сербского» Министерства здравоохранения Российской Федерации (kovaleva_me@inbox.ru)

Булыгина В. Г., доктор психологических наук, руководитель лаборатории психогигиены и психопрофилактики, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии имени В.П. Сербского» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ver210@yandex.ru)

В статье изложены результаты исследования психофизиологических механизмов совладания с эмоциональными реакциями в стрессовых ситуациях у специалистов опасных профессий. Был разработан интегральный протокол биологической обратной связи с использованием различных функциональных проб. Применялся статистический метод кластеризации методом k-средних, проверка достоверности различий между получившимися кластерами проводилась с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Выявлена внутренняя согласованность различных показателей вегетативной и центральной нервных систем методом парного коэффициента корреляции Пирсона. Целевыми переменными для математического анализа были: относительные мощности альфа, тета-, бета-1- и бета-2-ритмов, ЧСС, HF, LF, VLF, RR, BP, LF/HF, OM, ИЦ, ИАП, АСВ, КГР. Обнаружены множественные связи между разными уровнями регуляции эмоционального состояния, гибкость применения различных стратегий совладания, способность к созданию новых механизмов регуляции в соответствии с задачей и высокая эффективность торможения эмоционального состояния после прекращения действия стрессоров у группы с высокой стрессоустойчивостью. У группы с низкой стрессоустойчивостью выявлены обратные тенденции.

Ключевые слова: биологическая обратная связь, показатели деятельности сердечно-сосудистой системы, функциональное состояние, стрессоустойчивость, специалисты экстремального профиля.

Для цитаты:

Ковалева М.Е., Булыгина В.Г. Психофизиологические особенности регуляции

эмоциональных реакций у специалистов опасных профессий. [Электронный ресурс] // Психология и право. 2017(7). № 1. С. 53-67. doi: 10.17759/psylaw.207070105

For citation:

Kovaleva M.E., Bulygina V.G. Physiological characteristics of regulation of emotional responses among specialists of extreme profile. [Elektronnyi resurs]. *Psikhologiiia i pravo* [Psychology and Law], 2017(7), no. 1. pp.53-67. doi: 10.17759/psylaw.2017070105

Введение

Проблема эмоциональной устойчивости приобретает особую актуальность в современных условиях в связи с ростом социальной напряженности и повышением требований к эффективности деятельности человека в экстремальных условиях.

В настоящее время программы психологической и психофизиологической работы по подготовке, переподготовке и сопровождению специалистов опасных профессий на всех этапах трудовой деятельности в соответствии с конкретными профессиональными задачами и спецификой стрессовых ситуаций доступны только для элитных военных подразделений. Существует необходимость в разработке подобных программ для более широкого круга специалистов экстремального профиля.

Учитывая высокую интенсивность профессионального стрессового воздействия особое внимание уделяется развитию навыков саморегуляции и самоконтроля функционального состояния. В ряде исследований было выявлено, что низкий уровень самоконтроля эмоционального состояния в условиях чрезвычайных ситуаций может приводить к появлению ошибок и срывов, тяжелых по своим последствиям, либо увеличивать уровень риска появления психических и психосоматических расстройств [3; 4].

Необходимость диагностики уровня стрессоустойчивости профессиональной деятельности обусловлена тем, что существует период времени, во время которого стрессоустойчивость не влияет на фоновые показатели функционального состояния.

Метод БОС (биологическая обратная связь) показал высокую эффективность в сопровождении и коррекции дезадаптивных копинг-стратегий у лиц опасных профессий [2; 6; 7; 19].

Наиболее часто анализируемым показателем в исследованиях саморегуляции эмоциональных состояний является пульсометрия, в частности, частота сердечных сокращений (ЧСС) и различные статистические варианты обработки его компонентов [6; 12; 14; 15; 18; 19]. Также фиксируются такие объективные показатели, как электроэнцефалограмма (ЭЭГ) [9; 17], кожногальваническая реакция (КГР) [8; 16] и др.

Несмотря на разнообразие представленных работ, существует дефицит исследований с применением комплексной регистрации различных параметров центральной и вегетативной нервной системы. Отсутствуют исследования динамики функционального

состояния с использованием комплексного анализа описанных переменных и их взаимодействия.

Таким образом, актуальность разработки диагностического и коррекционного психофизиологического комплекса с использованием различных функциональных проб, соответствующих конкретным профессиональным требованиям, для изучения механизмов и динамики функционального состояния, обеспечивающих высокий уровень таких показателей, как бдительность и контроль эмоционального состояния в условиях стрессовой нагрузки у специалистов экстремального профиля, определила **цель** данного исследования.

Материал и методы исследования

В исследовании приняли участие 38 специалистов экстремального профиля в возрасте от 20 до 46 лет. Средний возраст участников составил $34 \pm 5,7$ лет. Все обследуемые закончили средне-специальные и высшие учебные учреждения. Стаж работы составил от 1 до 15 лет.

Для проведения исследования был использован метод биологической обратной связи (БОС), предполагающий регистрацию параметров вегетативной нервной системы (ВНС) и информирование обследуемого о динамике его показателей в процессе процедуры. На основании анализа отечественного и зарубежного опыта исследования психофизиологического статуса стрессоустойчивости был разработан интегральный протокол регистрации следующих показателей: ЭЭГ (электроэнцефалограммы) с затылочного отведения Oz и его ритмов диапазонов: альфа, тета, бета-1, бета-2; ЭКГ (электрокардиограммы) с анализом показателей: ЧСС (частота сердечных сокращений), HF (мощность дыхательных сердечных волн 0,15–0,4 Гц), LF (мощность медленных сердечных волн первого порядка 0,04–0,15 Гц), VLF (мощность сердечных волн второго порядка 0,003–0,04 Гц), RR (продолжительность сердечного цикла), BP (вариационный размах), отношение LF/HF (вагосимпатический индекс), OM (общая мощность спектра ЭКГ, определяется как сумма HF, LF, VLF), ИЦ (индекс централизации, определяется по формуле $(LF+VLF)/HF$), ИАП (индекс активации подкорковых нервных центров, определяется соотношением VLF/LF); фотоплетизмограммы с анализом показателя ACB (амплитуда систолической волны); КГР (кожно-гальваническая реакция). Были включены следующие пробы: 1) регистрация фонового уровня функционального состояния обследуемого в спокойном состоянии с открытыми глазами (исходный фон); 2) регистрация фонового уровня функционального состояния обследуемого в спокойном состоянии с закрытыми глазами (ЗГ); 3) регистрация способности обследуемого к произвольному контролю состояния периферической нервной системы без стрессовой нагрузки с использованием обратной связи (контролируемый этап); 4) регистрация способности обследуемого к произвольному контролю состояния периферической нервной системы в условиях стресс-стимуляции (внезапные громкие аудиальные стимулы) с использованием обратной связи (стресс); 5) регистрация способности обследуемого к произвольному контролю состояния периферической нервной системы в условиях электростимуляции с использованием обратной связи (ЭС); 6) регистрация итогового функционального состояния без использования обратной связи (итоговый фон).

Статистическая обработка

Разбиение выборки на кластеры было проведено методом k-средних. Проверка достоверности различий между получившимися кластерами проводилась с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Выявление внутренней согласованности различных показателей вегетативной и центральной нервных систем было вычислено методом парного коэффициента корреляции Пирсона.

Результаты исследования

Для изучения механизмов стрессоустойчивости было необходимо разделить выборку на группы с низкой и высокой стрессоустойчивостью. Для распределения обследуемых по группам была выбрана разница абсолютных величин ЧСС между пробами «исходный фон» и «стресс» как маркер успешности выполнения инструкции.

Кластерный анализ (k-means) позволил разделить выборку обследуемых на 2 кластера. Лица с низким уровнем стрессоустойчивости – группа 1 (среднее значение кластера +2,30, стандартное отклонение 1,82, включает 19 человек) и лица с высоким уровнем стрессоустойчивости – группа 2 (среднее значение кластера -3,22, стандартное отклонение 2,22, включает 19 человек).

Для определения закономерностей динамики функционального состояния в выделенных группах обследуемых и исключения влияния абсолютных индивидуальных фоновых показателей анализировались значения абсолютной разницы переменных между пробами «исходный фон» и различными функциональными нагрузками. Успешность изменения функционального состояния значимо отличается для всех проб по переменной ЧСС ($p < 0,001$) и средней длительности RR-интервалов ($p < 0,001$), как результирующему показателю, подверженному влиянию многочисленных регуляторных влияний на синусовый ритм сложившегося баланса между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы (ВНС).

Анализ взаимосвязей между диагностируемыми переменными пробы «исходный фон» для первой группы с низкой продуктивностью самоконтроля показал значимое влияние на характеристики деятельности периферической нервной системы только низшего уровня регуляции – автономного контура регуляции (по Р.М. Баевскому) HF. Кроме того, обнаружена взаимосвязь между показателем HF и подкорковыми центрами регуляции LF, а также некоторая согласованность ритмов ЭЭГ между собой (табл. 1).

Данные закономерности также были выявлены в группе 2 с более успешной стратегией саморегуляции. Однако при наличии общих для групп связей отмечено множественное влияние автономного контура регуляции, центрального контура регуляции, межсистемного уровня регуляции не только на показатели сердечного ритма, но и на другие переменные вегетативной нервной системы, такие как АСВ и КГР (табл. 1).

Привнесение компонента сознательной регуляции ЧСС при помощи биологической обратной связи во время пробы «контролируемый этап» без дополнительной стрессовой нагрузки у первой группы с низким уровнем стрессоустойчивости сопровождалось снижением активации подкорковых нервных центров, автономного контура регуляции и межсистемного уровня управления, что отражается во влиянии показателей LF, VLF и ИАП на повышение ЧСС и КГР, а также уменьшением парасимпатического вклада HF в

вариационный размах (табл. 2), что согласуется с литературными данными [10; 11; 13].
 Найдено значимое влияние относительной мощности кортикального ритма ЭЭГ бета-2 на увеличение АСВ.

Таблица 1

Значение внутренних связей переменных для пробы «исходный фон»

Группа 1 с низкой стрессоустойчивостью			Группа 2 с высокой стрессоустойчивостью		
Пара переменных	R	p	Пара переменных	R	p
HF – LF	+0,841	0,01	ЧСС – LF	-0,644	0,05
HF – ВР	+0,737	0,05	ЧСС – КГР	-0,702	0,05
Тета – бета-2	-0,725	0,05	HF – LF	+0,694	0,05
Бета-1 – бета-2	+0,658	0,05	HF – ВР	+0,717	0,05
			HF – КГР	+0,823	0,01
			LF – VLF	+0,825	0,01
			LF – RR	+0,700	0,01
			LF – КГР	+0,808	0,01
			LF/HF – АСВ	-0,672	0,05
			VLF – КГР	+0,643	0,05
			RR – КГР	+0,744	0,05
			ВР – АСВ	+0,717	0,05
			ВР – КГР	+0,761	0,05
			Тета – бета-2	-0,692	0,05
			ИЦ – АСВ	-0,827	0,01
			ИЦ – ВР	-0,713	0,05
			ОМ – КГР	+0,813	0,01

Во второй группе обследуемых с высоким уровнем стрессоустойчивости во время пробы «контролируемый этап» выявляется сохранение группы взаимосвязей, зафиксированных в исходном фоне. Также отмечено повышение активации подкорковых нервных центров, отражающее влияние показателя ИАП на вариационный размах, которое приводит к общему снижению ЧСС (табл. 2). Особый интерес представляет тот факт, что снижение вклада межсистемного уровня регулирования VLF у первой группы с низким уровнем стрессоустойчивости сопровождается повышением значений КГР, тогда как во второй, стрессоустойчивой, группе отмечено синхронное снижение КГР и VLF, что может объясняться влиянием систем регулирования более высокого уровня.

Таблица 2

Значение внутренних связей переменных для пробы «контролируемый этап»

Группа 1 с низкой стрессоустойчивостью			Группа 2 с высокой стрессоустойчивостью		
Пара переменных	R	p	Пара переменных	R	p
ЧСС – VLF	-0,721	0,05	LF – VLF	+0,813	0,01
HF – BP	+0,814	0,01	VLF – КГР	+0,686	0,05
HF – тета	+0,661	0,05	RR – КГР	+0,742	0,05
LF – BP	+0,644	0,05	OM – КГР	+0,846	0,01
VLF – RR	+0,705	0,05	ИЦ – BP	0,754	0,05
VLF – КГР	-0,706	0,05	ИЦ – бета-1	-0,823	0,01
АСВ – бета-2	+0,719	0,05	ИАП – BP	-0,728	0,05
ИАП – ЧСС	-0,707	0,05			
ИАП – КГР	-0,770	0,01			

Необходимость контролировать свое эмоциональное состояние в условиях провоцирующих стимулов (проба «стресс») у лиц с высоким уровнем стрессоустойчивости (группа 2) вызывала активацию механизмов контроля собственного состояния, которые зафиксированы у них в пробах «исходный фон» и «контролируемый этап». Данные механизмы отражают снижение симпатoadреналовой активации LF, влияют на повышение КГР и синхронное снижение парасимпатического вклада в значения VLF (табл. 3). Также было фиксировано увеличение абсолютных значений HF, которое, впрочем, не оказало значимых изолированных влияний на показатели общей активации ВНС. Было обнаружено интегральное влияние увеличения RR и снижения ЧСС на другие показатели периферической нервной системы, такие как КГР и АСВ. Кроме описанных закономерностей была выявлена взаимосвязь между уменьшением представленности относительной

мощности тета-ритма и синхронным увеличением относительной мощности кортикальных ритмов диапазонов бета-1 и бета-2, что может свидетельствовать об общем включении ЦНС в поиск новых и преобразование имеющихся механизмов совладания со стрессом.

Таблица 3

Значение внутренних связей переменных для пробы «стресс»

Группа 1 с низкой стрессоустойчивостью			Группа 2 с высокой стрессоустойчивостью		
Пара переменных	R	p	Пара переменных	R	p
ЧСС – VLF	-0,735	0,05	ЧСС – КГР	-0,814	0,01
HF – BP	+0,803	0,01	LF – VLF	+0,653	0,05
VLF – КГР	-0,757	0,05	LF – КГР	+0,660	0,05
АСВ – бета-2	+0,721	0,05	RR – BP	-0,757	0,05
Альфа – тета	-0,777	0,01	RR – АСВ	-0,725	0,05
ИАП – КГР	-0,728	0,05	RR – КГР	+0,716	0,05
ИЦ – КГР	-0,768	0,01	BP – АСВ	+0,676	0,05
ОМ – КГР	-0,685	0,05	Тета – бета-1	-0,748	0,05
			Тета – бета-2	-0,776	0,01
			Бета-1 – бета-2	+0,810	0,01

У первой группы с низким уровнем стрессоустойчивости зафиксировано частичное сохранение менее эффективной стратегии, выработанной во время пробы «контролируемый этап». Описанные механизмы выражаются во влиянии падения парасимпатической активации HF и VLF на общее увеличение ЧСС, вариационного размаха и снижение мощности КГР. Падение амплитуды VLF, параллельно с выраженным снижением мощности HF, можно расценить как индикатор энергодефицитного состояния [5]. Это подтверждает значимое влияние падения индексов активации подкорковых нервных центров ИАП, централизации ИЦ и адаптационного потенциала ОМ на повышение значений КГР (табл. 3). Однако сохранение влияния увеличения относительной мощности кортикального ритма ЭЭГ бета-2 на повышение АСВ и появление внутренних связей между альфа- и тета-ритмами ЭЭГ, могут быть маркером включения ЦНС в поиск новых механизмов совладания со стрессом, которое мы наблюдаем у этой группы в пробе с использованием электростимуляции.

Таблица 4

Значение внутренних связей переменных для пробы «электростимуляция»

Группа 1 с низкой стрессоустойчивостью			Группа 2 с высокой стрессоустойчивостью		
Пара переменных	R	p	Пара переменных	R	p
RR – бета 1	+0,816	0,01	ЧСС – ВР	+0,664	0,05
HF – ВР	+0,813	0,01	RR – ВР	-0,659	0,05
Тета – бета-1	-0,812	0,01	ВР – АСВ	+0,681	0,05
Тета – бета-2	-0,947	0,01	ВР – бета-1	-0,677	0,05
Бета-1 – бета-2	+0,851	0,01			

Переход к следующей пробе с использованием электростимуляции у обследуемых первой группы с низким уровнем стрессоустойчивости привел к распаду сложившихся внутренних связей неэффективной стратегии совладания со стрессом с сохранением влияния снижения парасимпатического тонуса HF на уменьшение вариационного размаха. Появление связей между ритмами ЭЭГ, характерными для успешной группы в предыдущей пробе, на фоне повышения ЧСС может свидетельствовать о неуспешной попытке использования более высоких уровней регуляции ЦНС для коррекции стратегии саморегуляции эмоционального состояния (табл. 4). На фоне снижения ЧСС у второй группы с высоким уровнем стрессоустойчивости в пробе с электростимуляцией зафиксировано частичное использование механизмов совладания со стрессом, присутствовавших в предыдущей пробе и в исходном фоне, появление новых связей между вариационным размахом и ЧСС, а также влияние увеличения ритма бета-1 на снижение вариационного размаха (табл. 4).

Анализ пробы «итоговый фон» у первой группы зафиксировал влияние механизмов межсистемного уровня регуляции на повышение ЧСС и снижение парасимпатического вклада HF в вариационный размах, присутствовавших у них ранее в пробах «контролируемый этап» и «стресс»; кроме того найдено влияние HF на КГР, подавление HF увеличившейся относительной мощностью бета-1-ритма, изолированное влияние увеличения относительной мощности альфа-ритма на АСВ. Кроме того, найдено значимое влияние падения индексов активации подкорковых нервных центров ИАП, централизации ИЦ и адаптационного потенциала ОМ на повышение значений ЧСС и увеличение вариационного размаха, что частично совпадает с подобными тенденциями у этой группы в пробе «контролируемый этап» (табл. 5).

Можно заключить, что выявленные закономерности отражают использование лицами с низкой стрессоустойчивостью неэффективного ригидного механизма совладания со стрессом, а также отражают тенденцию к нормализации состояния после завершения функциональных нагрузок.

Таблица 5

Значение внутренних связей переменных для пробы «итоговый фон»

Группа 1 с низкой стрессоустойчивостью			Группа 2 с высокой стрессоустойчивостью		
Пара переменных	R	p	Пара переменных	R	p
ЧСС – VLF	-0,874	0,01	ЧСС – альфа	-0,675	0,05
HF – ВР	+0,685	0,05	ЧСС – тета	+0,707	0,05
HF – КГР	-0,662	0,05	HF – ВР	+0,682	0,05
HF – бета-1	-0,739	0,05	LF – КГР	+0,659	0,05
Альфа – АСВ	+0,701	0,05	RR – тета	-0,698	0,05
ИАП – ЧСС	-0,830	0,01	ВР – бета-1	+0,646	0,05
ИЦ – ЧСС	-0,827	0,01	ИАП – КГР	-0,715	0,05
ОМ – ЧСС	-0,743	0,05	Альфа – тета	-0,680	0,05
ОМ – ВР	+0,719	0,05			

Напротив, у второй группы с высоким уровнем стрессоустойчивости при переходе в спокойное состояние без функциональных нагрузок зафиксировано активное включение подкорковых центров в торможение и нормализацию показателей ВНС, что отражается во влиянии повышения индекса активации подкорковых центров ИПА на снижение КГР, а также в появлении влияния снижения относительной мощности тета-ритма на ЧСС, RR и альфа-ритм, влияние альфа-ритма на ЧСС, а также парасимпатического влияния HF на вариационный размах (табл. 5).

Заключение

В ходе исследования были обнаружены значимые различия в механизмах совладания со стрессовыми состояниями у лиц опасных профессий между группами с высокой и низкой эмоциональной устойчивостью.

В группе с высокой стрессоустойчивостью в спокойном состоянии без нагрузки выявлены интенсивные внутренние связи с различными уровнями регуляции ВНС, в то время как у группы с низкой стрессоустойчивостью подобных связей зафиксировано мало. При переходе к различным функциональным пробам у группы стрессоустойчивых обнаруживается гибкость используемых стратегий. А именно: в зависимости от задачи фиксируется активация различных механизмов, зафиксированных в фоновом состоянии, регистрируется создание новых звеньев регуляции, а также комбинация их в других пробах.

Лица с высоким уровнем стрессоустойчивости успешно справлялись с инструкцией во всех функциональных пробах.

Лица с низким уровнем стрессоустойчивости не справляются с инструкцией во всех функциональных пробах, демонстрируют большую ригидность. Выработанные механизмы саморегуляции эмоционального состояния и их звенья во время первой функциональной пробы «контролируемый этап» зафиксированы в той или иной мере во всех последующих функциональных пробах, включая пробу «итоговый фон».

У группы стрессоустойчивых обследуемых отмечается успешное вовлечение в контроль стратегии совладания с эмоциональным состоянием высших уровней регуляции при первой же пробе со стрессовой нагрузкой. В то время как у другой группы подобный паттерн найден только ко второй пробе с электростимуляцией. Можно сделать вывод, что лицам с низкой стрессоустойчивостью свойственна не только малая вариативность и селективность используемых механизмов совладания, но и некоторое запаздывание активного включения в торможение эмоциональных реакций. И это несмотря на то, что во время всех проб с функциональной нагрузкой обследуемые в режиме реального времени получали обратную связь о своем ЧСС и его распределении по временной шкале в виде гистограммы. Они находились в облегченных условиях относительно тех стрессоров, которые действуют на них во время выполнения профессиональных обязанностей. Таким образом, можно ожидать большего перенапряжения регуляторных систем и их срыва во время экстремальных ситуаций.

Во время пробы «итоговый фон» у лиц с высокой стрессоустойчивостью зафиксировано активное торможение эмоционального возбуждения с помощью подкорковых центров регуляции, в то время как у менее успешных обследуемых отмечено продолжение растормаживающего влияния механизмов регуляции на эмоциональное состояние.

Можно предположить, что подобная ригидность является фактором риска возникновения явлений профессиональной дезадаптации, расстройств невротического и психосоматического регистра, что существенным образом влияет на надежность деятельности специалистов, работающих в экстремальных условиях.

Вышесказанное обуславливает актуальность разработки психофизиологических тренингов по повышению стрессоустойчивости.

Литература

1. Андреев Н.В., Хохлова Н.Г. Изучение проявлений стресса и проблем психологического обеспечения деятельности сотрудников ГУВД г. Москвы в экстремальных ситуациях // Сборник научных трудов Академии МВД под общ.ред. В.И. Черненилова, издательство «Фирма «Печатный двор», Москва, 1995. С. 88 – 96.
2. Кулаков Д.В. Коррекция дезадаптивного нервно-психического состояния у сотрудников ГПС МЧС России на основе аудиовизуального воздействия и биологически обратной связи: дисс. ... канд. психол. наук. Санкт-Петербург, 2011.
3. Ларцев М.А., Багдасарова М.Г., Голов А.Л. Психофизиологические критерии

профессиональной пригодности специалистов службы медицины катастроф // Медицина катастроф. 2000. № 1. С. 57–60.

4. Ларцев М.А., Бобров А.Ф., Багдасарова М.Г. Оценка и прогнозирование профессиональной пригодности по особенностям психической адаптации персонала потенциально опасных производств // Медицина катастроф. 1997. № 1. С. 83–91.
5. Флейшман А.Н., Мартынов И.Д., Петровский С.А., Кораблина Т.В. Ортостатическая тахикардия: диагностическое и прогностическое значение very low frequency variability ритма сердца // Бюллетень сибирской медицины. 2014. Т. 13. № 4. С.136–148.
6. Ханкевич Ю.Р., Блощинский И.А., Васильев А.С., Кальманов А.С. Оценка эффективности БОС-тренинга для коррекции функционального состояния подводников в период длительного плавания // Экология человека. 2015. Т. 10. С. 3-8.
7. Bouchard S., Bernier F., Boivin E., Morin B., Robillard G. Using biofeedback while immersed in a stressful videogame increases the effectiveness of stress management skills in soldiers [Electronic resource] // PLoS One Public Library of Science. 2012. № 7(4):e36169. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3338628> (published online 2012 Apr 27.).
8. Chen S., Sun P., Wang S., Lin G., Wang T. Effects of heart rate variability biofeedback on cardiovascular responses and autonomic sympathovagal modulation following stressor tasks in prehypertensives // J Hum Hypertens. 2016 Feb. 30(2). P. 105–1.
9. Gapen M., van der Kolk B.A., Hamlin E., Hirshberg L., Suvak M., Spinazzola J. A Pilot Study of Neurofeedback for Chronic PTSD // Applied psychophysiology and biofeedback. 2016 Sep. 41(3). P. 251–61.
10. Hernando A., Lazaro J., Gil E., Arza A., Garzon J.M., Lopez-Anton R., de la Camara C., Laguna P., Aguilo J., Bailon R. Inclusion of Respiratory Frequency Information in Heart Rate Variability Analysis for Stress Assessment // IEEE journal of biomedical and health informatics. 2016 Jul. 20(4). P. 1016–25.
11. Lennartsson A.K., Jonsdottir I., Sjörs A. Low heart rate variability in patients with clinical burnout // International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology. 2016 Aug 14.
12. Lewis G.F., Hourani L., Tueller S., Kizakevich P., Bryant S., Weimer B., Strange L. Relaxation training assisted by heart rate variability biofeedback: Implication for a military predeployment stress inoculation protocol // Psychophysiology. 2015 Sep. 52(9). P. 1167–74.
13. Lin F., Ren P., Cotton K., Porsteinsson A., Mapstone M., Heffner K.L. Mental Fatigability and Heart Rate Variability in Mild Cognitive Impairment // The American journal of geriatric psychiatry: official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry. 2016 May. 24(5). P. 374–8.

14. *McAusland L., Addington J.* Biofeedback to treat anxiety in young people at clinical high risk for developing psychosis // *Early Interv Psychiatry*. 2016 Aug 29.
15. *Meyer T., Albrecht J., Bornschein G., Sachsse U., Herrmann-Lingen C.* Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) Patients Exhibit a Blunted Parasympathetic Response to an Emotional Stressor // *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2016 Aug 4.
16. *Pusenjak N., Grad A., Tusak M., Leskovsek M., Schwarzlin R.* Can biofeedback training of psychophysiological responses enhance athletes' sport performance? A practitioner's perspective // *The Physician and sportsmedicine*. 2015 Jul. 43(3). P. 287–99.
17. *Quaedflieg C.W., Smulders F.T., Meyer T., Peeters F., Merckelbach H., Smeets T.* The validity of individual frontal alpha asymmetry EEG neurofeedback [Electronic resource] // *Social cognitive and affective neuroscience*. 2016 Jan. 11(1). P. 33–43. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4692315/> (Published online 2015 Jul 10.).
18. *Uddin A.A., Morita P.P., Tallevi K., Armour K., Li J., Nolan R.P., Cafazzo J.A.* Development of a Wearable Cardiac Monitoring System for Behavioral Neurocardiac Training: A Usability Study // *JMIR Mhealth Uhealth*. 2016 Apr 22. 4(2). e45.
19. *Weltman G., Lamon J., Freedy E., Chartrand D.* Police department personnel stress resilience training: an institutional case study // *Global advances in health and medicine : improving healthcare outcomes worldwide*. 2014 Mar. 3(2). P. 72–9.

Physiological characteristics of regulation of emotional responses among specialists of extreme profile

Kovaleva M.E., Junior Researcher, the Laboratory of the psychohygiene and psychoprevention Federal State Budgetary Institution "V. Serbsky Federal Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology" of the Ministry of Health of the Russian Federation (kovaleva_me@inbox.ru)

Bulygina V. G., Doctor in Clinical psychology, the head of the Laboratory of the psychohygienics and psychoprevention in Federal State Budgetary Institution "V. Serbsky Federal Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology" of the Ministry of Health of the Russian Federation (ver210@yandex.ru)

The results of the examination psychophysiological mechanisms of coping with emotional reactions in stressful situations of the specialists of extreme profile are presented. The integrated biofeedback protocol using various functional tests has been developed. Statistical clustering method k-means was used; validation of the differences between the resulting clusters was carried out using one-way ANOVA. The internal consistency of various indicators of the autonomic and central nervous systems was revealed by the pairwise Pearson's correlation coefficient. Target variables for the mathematical analysis were: relative powers of alpha, theta, beta 1 and beta 2 rhythms, HR, HF, LF, VLF, RR, VS, LF/HF, TP, IC, SNCA, ASV, GSR. Multiple relationships between different levels of regulation of emotional state, the flexible use of different coping strategies, the ability to create new mechanisms of regulation in accordance with the objective and high braking performance the emotional state after the termination of the stressors was detected in the group with high stress sustainability. The group with low stress sustainability has been described by the opposite pattern.

Key words: biofeedback, characteristics of the cardiovascular system, functional status, stress sustainability, specialists of extreme profile.

References

1. *Andreev N. V., Hohlova N. G. Izuchenie proyavleniy stressa i problem psihologicheskogo obespecheniya deyatelnosti sotrudnikov GUVd g. Moskvyi v ekstremalnykh situatsiyah // Sbornik nauchnykh trudov Akademii MVD, pod obshh.red. V.I. Chernenilova, izdatel'stvo «Firma «Pechatnyj dvor», Moscow, 1995. P. 88 – 96.*
2. *Kulakov D. V. Korrektsiya dezadaptivnogo nervno-psihicheskogo sostoyaniya u sotrudnikov GPS MChS Rossii na osnove audiovizualnogo vozdeystviya i biologicheskoi obratnoy svyazi. Diss. kand. psihol. nauk. Sankt-Peterburg, 2011.*

3. *Lartsev M. A., Bagdasarova M. G., Golov A. L.* Psihofiziologicheskie kriterii professionalnoy prigodnosti spetsialistov sluzhbyi meditsinyi katastrof // *Meditsina katastrof*, 2000. no.1. pp. 57 – 60.
4. *Lartsev M. A., Bobrov A. F., Bagdasarova M. G.* Otsenka i prognozirovaniye professionalnoy prigodnosti po osobennostyam psicheskoy adaptatsii personala potentsialno opasnyih proizvodstv // *Meditsina katastrof*, 1997. no.1. pp. 83 – 91.
5. *Fleyshman A.N., Martynov I.D., Petrovskiy S.A., Korablina T.V.* Ortostaticheskaya tahikardiya: diagnosticheskoe i prognosticheskoe znachenie very low frequency variabelnosti ritma serdtsa. // *Byulleten sibirskoy meditsinyi*, 2014. Vol. 13. №4. P. 136 – 148.
6. *Hankevich Yu. R., Bloschinskiy I. A., Vasilev A. S., Kalmanov A. S.* Otsenka effektivnosti BOS-treninga dlya korrektsii funktsionalnogo sostoyaniya podvodnikov v period dlitel'nogo plavaniya. // *Ekologiya cheloveka*, 2015. Vol. 10. P. 3-8.
7. *Bouchard S., Bernier F., Boivin E., Morin B., Robillard G.* Using biofeedback while immersed in a stressful videogame increases the effectiveness of stress management skills in soldiers. [Electronic resource] // *PLoS One Public Library of Science*, 2012. №7(4):e36169. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3338628> (Published online 2012 Apr 27.).
8. *Chen S., Sun P., Wang S., Lin G., Wang T.* Effects of heart rate variability biofeedback on cardiovascular responses and autonomic sympathovagal modulation following stressor tasks in prehypertensives. // *J Hum Hypertens*, 2016 Feb. 30(2). P. 105 – 1.
9. *Gapen M., van der Kolk B.A., Hamlin E., Hirshberg L., Suvak M., Spinazzola J.* A Pilot Study of Neurofeedback for Chronic PTSD. // *Applied psychophysiology and biofeedback*, 2016 Sep. 41(3). P. 251 – 61.
10. *Hernando A., Lazaro J., Gil E., Arza A., Garzon J.M., Lopez-Anton R., de la Camara C., Laguna P., Aguilo J., Bailon R.* Inclusion of Respiratory Frequency Information in Heart Rate Variability Analysis for Stress Assessment. // *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 2016 Jul. 20(4). P. 1016 – 25.
11. *Lennartsson A.K., Jonsdottir I., Sjors A.* Low heart rate variability in patients with clinical burnout. // *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 2016 Aug 14.
12. *Lewis G.F., Hourani L., Tueller S., Kizakevich P., Bryant S., Weimer B., Strange L.* Relaxation training assisted by heart rate variability biofeedback: Implication for a military predeployment stress inoculation protocol. // *Psychophysiology*, 2015 Sep. 52(9). P. 1167 – 74.
13. *Lin F., Ren P., Cotton K., Porsteinsson A., Mapstone M., Heffner K.L.* Mental Fatigability and Heart Rate Variability in Mild Cognitive Impairment. // *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, 2016 May. 24(5). P. 374 – 8.

14. *McAusland L., Addington J.* Biofeedback to treat anxiety in young people at clinical high risk for developing psychosis. // *Early Interv Psychiatry*, 2016 Aug 29.
15. *Meyer T., Albrecht J., Bornschein G., Sachsse U., Herrmann-Lingen C.* Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) Patients Exhibit a Blunted Parasympathetic Response to an Emotional Stressor. // *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2016 Aug 4.
16. *Pusenjak N., Grad A., Tusak M., Leskovsek M., Schwarzlin R.* Can biofeedback training of psychophysiological responses enhance athletes' sport performance? A practitioner's perspective. // *The Physician and sportsmedicine*, 2015 Jul. 43(3). P. 287 – 99.
17. *Quaedflieg C.W., Smulders F.T., Meyer T., Peeters F., Merckelbach H., Smeets T.* The validity of individual frontal alpha asymmetry EEG neurofeedback. [Electronic resource] // *Social cognitive and affective neuroscience*, 2016 Jan. 11(1). P. 33 – 43. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4692315/> (Published online 2015 Jul 10.).
18. *Uddin A.A., Morita P.P., Tallevi K., Armour K., Li J., Nolan R.P., Cafazzo J.A.* Development of a Wearable Cardiac Monitoring System for Behavioral Neurocardiac Training: A Usability Study. // *JMIR Mhealth Uhealth*, 2016 Apr 22. 4(2). e45.
19. *Weltman G., Lamon J., Freedy E., Chartrand D.* Police department personnel stress resilience training: an institutional case study. // *Global advances in health and medicine: improving healthcare outcomes worldwide*, 2014 Mar. 3(2). P. 72 – 9.