

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

DOI: <https://doi.org/10.17816/KMJ642181> EDN: XMTQTK

Изменение гормональных и иммунологических показателей под воздействием комплексной нагрузки у пациентов с разным типом преобладающей темпераментальной активности

Е.В. Волкова¹, И.О. Куваева^{1,2}, А.В. Варламов^{1,3}, Н.Э. Волкова¹, Д.А. Докучаев¹¹ Институт психологии Российской академии наук, г. Москва, Россия;² Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия;³ Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, г. Рязань, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Для профилактики возникновения различных заболеваний и разработки персонализированных стратегий их лечения необходимы данные об изменении состояния иммунной и гормональных систем под воздействием комплексной нагрузки у респондентов с разной темпераментальной активностью.

Цель исследования. Изучить изменения гормональных и иммунологических показателей у респондентов с разной темпераментальной активностью под влиянием комплексной нагрузки.

Методы. Обследован 251 доброволец (46% мужчин, средний возраст — 35,80±9,48 года). Группы сравнения формировали на основании соотношения разных типов активности в структуре темперамента: психомоторной (n=75), интеллектуальной (n=59) и коммуникативной (n=88). Венозную кровь собирали до и после комплексной нагрузки, включающей психомоторные, интеллектуальные и коммуникативные пробы. Оценивали уровни гормонов (кортизол, адреналин, норадреналин, серотонин, дофамин), генотипов генов (*BDNF*, *COMT*), цитокинов (IL-4, IL-6, IL-10, TNF-α). Критерии статистической обработки данных: хи-квадрат Пирсона, W-критерий Уилкоксона, U-критерий Манна-Уитни, H-критерий Краскела-Уоллиса и коэффициент корреляции Спирмена.

Результаты. Комплексная нагрузка у респондентов с преобладающей психомоторной активностью темперамента сопровождается снижением уровня кортизола в сыворотке крови ($W=6,187, p < 0,001$), ростом уровня адреналина ($W=4,349, p < 0,002$) и IL-4 ($W=3,601, p < 0,01$). Изменение уровня кортизола коррелирует с изменением уровня норадреналина ($r_s=0,318, p=0,006$). Изменение уровня серотонина отрицательно коррелирует с изменением уровня IL-6 ($r_s=-0,324, p=0,005$). Изменение уровня IL-6 коррелирует с изменением уровня TNF-α ($r_s=0,424, p < 0,001$). Уровень IL-6 снижается с 21,6 до 2,8 пг/мл ($W=2,525, p=0,012$). Комплексная нагрузка у респондентов с преобладающей интеллектуальной активностью темперамента сопровождается снижением уровня кортизола ($W=5,174, p < 0,001$), ростом уровня норадреналина ($W=3,049, p < 0,002$) и уровня IL-4 ($W=2,582, p < 0,01$). Изменение уровня адреналина коррелирует с изменением уровня норадреналина ($r_s=0,382, p=0,003$) и уровня дофамина ($r_s=0,325, p=0,012$). Изменение уровня серотонина отрицательно коррелирует с изменением уровня IL-4 ($r_s=-0,264, p=0,044$). Уровень IL-10 снижается с 6,4 до 5,9 пг/мл ($W=3,313, p < 0,001$). Комплексная нагрузка у респондентов с преобладающей коммуникативной активностью темперамента сопровождается снижением уровня кортизола ($W=7,914, p < 0,001$), ростом уровня норадреналина ($W=3,318, p < 0,002$) и уровня IL-4 ($W=4,238, p < 0,01$); изменение уровня адреналина сопряжено с изменением уровня норадреналина ($r_s=0,215, p=0,045$) и уровня кортизола ($r_s=0,239, p=0,026$), уровень IL-10 снижается с 7,1 до 6,2 пг/мл ($W=5,449, p < 0,001$).

Заключение. Установлены особенности изменений уровня гормональных и иммунологических показателей в сыворотке крови под воздействием комплексной нагрузки у респондентов с разной преобладающей темпераментальной активностью.

Ключевые слова: персонализированная медицина; доминирующая темпераментальная активность; гормоны стресса; цитокины; нейротрофический фактор мозга; катехол-О-метилтрансфераза; комплексная нагрузка.

Как цитировать:

Волкова Е.В., Куваева И.О., Варламов А.В., Волкова Н.Э., Докучаев Д.А. Изменение гормональных и иммунологических показателей под воздействием комплексной нагрузки у пациентов с разным типом преобладающей темпераментальной активности // Казанский медицинский журнал. 2025. Т. 106, № 5. С. 744–754. DOI: 10.17816/KMJ642181 EDN: XMTQTK

ORIGINAL STUDY

DOI: <https://doi.org/10.17816/KMJ642181> EDN: XMTQTK

Hormonal and Immunological Changes Under Complex Stress in Patients with Different Predominant Temperamental Activity

Elena V. Volkova¹, Irina O. Kuvaeva^{1,2}, Andrey V. Varlamov^{1,3},
Natalia E. Volkova¹, Denis A. Dokuchaev¹¹ Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;² Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia;³ Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: To prevent various diseases and develop personalized treatment strategies, data are required on the immunological and hormonal changes under complex stress in respondents with different temperamental activity.

AIM: To study hormonal and immunological changes in respondents with different temperamental activity under complex stress.

METHODS: A total of 251 volunteers were examined (46% male, mean age 35.80 ± 9.48 years). Experimental groups were created by the ratio of different types of temperamental activity, i.e. psychomotor ($n = 75$), intellectual ($n = 59$), and communicative ($n = 88$). Venous blood samples were drawn before and after a complex stress, including psychomotor, intellectual, and communication tests. We assessed hormone levels (cortisol, epinephrine, norepinephrine, serotonin, and dopamine), genotypes (*BDNF*, *COMT*), and cytokines (IL-4, IL-6, IL-10, TNF- α). Statistical tests included Pearson chi-square test, Wilcoxon signed-rank test (W test), Mann–Whitney test (U test), Kruskal–Wallis test (H test), and Spearman's rank correlation coefficient.

RESULTS: Complex stress in respondents with a predominantly psychomotor temperamental activity is associated with a decrease in serum cortisol ($W = 6.187, p < 0.001$) and an increase in epinephrine ($W = 4.349, p < 0.002$) and IL-4 ($W = 3.601, p < 0.01$). Changes in cortisol correlate with changes in norepinephrine ($r_s = 0.318, p = 0.006$). Changes in serotonin negatively correlate with changes in IL-6 ($r_s = -0.324, p = 0.005$). Changes in IL-6 correlate with changes in TNF α ($r_s = 0.424, p < 0.001$). IL-6 decreases from 21.6 to 2.8 pg/ml ($W = 2.525, p = 0.012$). Complex stress in respondents with a predominantly intellectual temperamental activity is associated with a decrease in serum cortisol ($W = 5.174, p < 0.001$) and an increase in norepinephrine ($W = 3.049, p < 0.002$) and IL-4 ($W = 2.582, p < 0.01$). Changes in epinephrine correlate with changes in norepinephrine ($r_s = 0.382, p = 0.003$) and dopamine ($r_s = 0.325, p = 0.012$). Changes in serotonin negatively correlate with changes in IL-6 ($r_s = 0.264, p = 0.044$). IL-10 decreases from 6.4 to 5.9 pg/ml ($W = 3.313, p < 0.001$). Complex stress in respondents with a predominantly communicative temperamental activity is associated with a decrease in cortisol ($W = 7.914, p < 0.001$) and an increase in norepinephrine ($W = 3.318, p < 0.002$) and IL-4 ($W = 4.238, p < 0.01$). Changes in epinephrine is associated with changes in norepinephrine ($r_s = 0.215, p = 0.045$) and cortisol ($r_s = 0.239, p = 0.026$). IL-10 decreases from 7.1 to 6.2 pg/ml ($W = 5.449, p < 0.001$).

CONCLUSION: We identified special hormonal and immunological changes in the blood serum under complex stress in respondents with different predominant temperamental activity.

Keywords: personalized medicine; predominant temperamental activity; stress hormones; cytokines; brain-derived neurotrophic factor; catechol-O-methyltransferase; complex stress.

To cite this article:

Volkova EV, Kuvaeva IO, Varlamov AV, Volkova NE, Dokuchaev DA. Hormonal and immunological changes under complex stress in patients with different predominant temperamental activity. *Kazan Medical Journal*. 2025;106(5):744–754. DOI: 10.17816/KMJ642181 EDN: XMTQTK

ОБОСНОВАНИЕ

Персонализированная медицина, основанная на выборе оптимальных для пациента диагностических, лечебных и профилактических средств, признана приоритетной тенденцией в Российской Федерации [1]. Современные направления развития персонализированной медицины включают предикацию болезней на основе широко-геномного скрининга, создание генно-терапевтических препаратов и технологий модификации экспрессии генов, разработку информационно-аналитических систем поиска индивидуальных предикторов ответа на лекарственные препараты [1]. Истинная персонализация медицинской помощи возможна только в том случае, когда «роль биомаркеров и факторов риска накладывается на предпочтения и потребности конкретного пациента, включая его семью, характер, ожидания и особенности межличностного взаимодействия с лечащим врачом» [2]. Поэтому фокус исследования сместился в сторону выявления биологических механизмов, лежащих в основе этих свойств, путём изучения эффектов совокупности генетических полиморфизмов у здоровых субъектов [3, 4]. Вместе с тем отмечается противоречивость [5] и неполнота полученных данных [3].

Модель персонализированного здравоохранения предполагает переход от лечения уже заболевших людей к вовлечению населения к активному и осознанному управлению собственным здоровьем [1], связанного со способностью человека справляться с нагрузкой и продуктивно разрешать трудные ситуации, сохраняя потенциал здоровья и преумножая потенциал развития личности. Эта способность называется совладающим интеллектом [6]. Свойства темперамента, традиционно рассматриваемые как конституциональные особенности личности пациента, выступают в качестве биологической основы [7, 8] совладающего интеллекта — способности к активному и осознанному управлению собственным здоровьем [9].

Прототипом современных представлений о природных предпосылках индивидуальных различий темперамента является гуморальная теория [10], рассматривающая темперамент с точки зрения соотношения химических систем человеческого организма [11]. В трудах И.М. Сеченова заложены основы психофизиологии темперамента [12]. И.П. Павлов, опираясь на работы И.М. Сеченова, определял темперамент как совокупность врождённых свойств нервной системы (сила, уравновешенность, подвижность), обуславливающих особенности взаимодействия организма с окружающей средой. Сила нервных процессов соотносится с быстротой возникновения условных рефлексов и их устойчивостью, слабость — с быстротой наступления «чрезвычайного» торможения даже при незначительных нагрузках. О подвижности нервных процессов свидетельствует время и скорость изменения условного рефлекса: быстро, легко — у лабильных людей и медленно, с трудом — у инертных [13].

Согласно Б.М. Теплову, свойства нервной системы и темперамента проявляются в быстроте, способности поддерживать скорость и напряжении. Данные свойства определяются совокупностью наследственности, физиологии и биохимии [14]. В.Д. Небылицын определял темперамент как формально-динамические свойства психики, обусловленные свойствами нервной системы. Темпераментальная активность (ТА) проявляется в работоспособности (эргичность), темпе (скорость) и лёгкости переключения с одной деятельности на другую (пластичность) [15].

Многочисленные исследования свидетельствуют, что свойства темперамента (эргичность, скорость, пластичность) по-разному проявляются в психомоторной, интеллектуальной или коммуникативной деятельности [16, 17]; имеют разные психофизиологические [18, 19] и биохимические [20–22] корреляты. Согласно нейрохимической модели темперамента, свойства темперамента, регулирующие психомоторную, интеллектуальную или коммуникативную деятельность, обусловлены разными ансамблями нейромедиаторов. Например, работоспособность в интеллектуальной сфере ассоциируется с такими ансамблями как ацетилхолин + норадреналин, гистамин и серотонин, в коммуникативной сфере — эстроген, серотонин, гистамин и окситоцин, в психомоторной сфере — серотонин, орексин, гистамин, некоторые гипоталамические нейропептиды и гормоны [23]. Показано, что темперамент и психопатология представляют собой континуум нейрофизиологических дисбалансов [24, 25]. Отмечается ассоциация депрессии и посттравматического стрессового расстройства с повышенными маркерами воспаления [26, 27]. Вместе с тем в рассматриваемой модели отсутствуют данные об иммунологических показателях, ассоциированных с определёнными свойствами темперамента; в качестве доказательной базы анализируются психиатрические заболевания. Вопросы о других нозологиях, а также нейрофизиологических дисбалансах, возникающих под воздействием стрессовой нагрузки, остаются за рамками данных исследований.

Стрессовая нагрузка провоцирует воспалительные ответы как в центральной нервной системе, так и в периферической иммунной системе, сопровождается повышением концентрации интерлейкинов IL-1 β , IL-6 [28]. Нейроцитокиновые механизмы кататоксической программы адаптации обеспечивают выживание организма в экстремальных и психосоциальных стрессовых ситуациях посредством выброса катехоламинов, IL-1, IL-4, IL-6, IL-10, адренокортикотропного гормона, кортизола [29]. Иммунная система, активизируя нейроцитокиновые механизмы, сохраняет память о стрессорах и обеспечивает защиту от них в будущем [28]. Более высокая концентрация фактора некроза опухоли- α (TNF- α) и IL-6 отмечается у высокочувствительных людей, тяжело переживающих социальную изоляцию [30]. Следует отметить отсутствие исследований о взаимосвязи особенностей темперамента и состояния иммунной системы у пациентов при воздействии комплексной нагрузки. Имеются немногочисленные исследования

темперамента и воспаления на животных [31], однако эти данные сложно экстраполировать на людей. Исследования на людях в основном сфокусированы на связи повышенного риска развития заболеваний с определёнными свойствами темперамента [32–34].

Цель исследования — описание изменений гормональных и иммунологических показателей в группах респондентов с разной ТА под воздействием комплексной нагрузки.

МЕТОДЫ

Дизайн исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России (протокол № 5 от 16.06.2023). Исследование осуществлено с октября 2023 г. по июль 2024 г. на площадках Москвы и Екатеринбурга. Участника заблаговременно информировали о целях и задачах исследования. Он приходил в лабораторию к 7:30 натошак и заполнял пакет документов:

- 1) опросный лист, подтверждающий возможность участия в исследовании;
- 2) добровольное согласие на безвозмездное участие в исследовании;
- 3) согласие на забор биоматериала;
- 4) согласие на обработку персональных данных.

Забор венозной крови выполняли в 8:00 (до предъявления комплексной нагрузки) и в 12:00 (после комплексной нагрузки).

Последовательность предъявления нагрузочных проб в лабораторных условиях была следующая:

- а) психомоторная нагрузка (кручение педалей на велоэргометре минимум 5 мин при максимальной нагрузке 120 Вт до отказа);
- б) интеллектуальная нагрузка (задания на логические операции [35], тест интеллекта Равена [36], игра «Уникуб» [37]);
- в) коммуникативная нагрузка (выполнение вслух теста Розенцвейга [38]; обсуждение полезных и вредных привычек, стрессовых ситуаций в личной/профессиональной жизни за последние полгода и др.).

Динамику изменения состояния обследуемого контролировали с помощью объективных данных (систолическое, диастолическое артериальное давление). После предъявления комплексной нагрузки и повторного забора крови участникам предоставлялось питание и проводился дебрифинг. Общее время взаимодействия экспериментатора с участником исследования составляло 5 ч.

В исследовании принял участие 251 доброволец в возрасте от 25 до 54 лет (в среднем $36,80 \pm 9,48$ года), среди них — 46% мужчины. Большинство участников (89%) имели высшее образование.

Критерии включения: возраст от 18 до 55 лет; отсутствие острых респираторных заболеваний и жалоб на плохое самочувствие в день исследования.

Критерии исключения:

- возраст младше 18 лет или старше 55 лет;
- приём оральных контрацептивных средств;
- симптомы острой респираторной вирусной инфекции за несколько дней до исследования и в день его проведения;
- повышенное/пониженное артериальное давление;
- проблемы с речью (например, заикание);
- языковой барьер.

Отбор участников осуществляли методом «снежного кома» (snowball sampling); почти каждый участник привёл 1–2 человека из числа своих знакомых, таким образом, новые участники часто попадали в исследование по рекомендации.

В выборке выделены три группы респондентов с преобладанием одной ТА: психомоторной, интеллектуальной или коммуникативной. Стратификацию респондентов осуществляли на основе показателей опросника «Формально-динамические свойства индивидуальности» В.М. Русалова [16]. Участник самостоятельно оценивал своё типичное поведение в двигательной, интеллектуальной и коммуникативной сферах по 5-балльной шкале (1 — не выражено, 5 — очень выражено).

Группы сравнения формировали на основании соотношения разных типов активности в структуре темперамента. В группу респондентов с преобладающей психомоторной активностью (ПА-респонденты) включены участники, у которых показатель потребности в движениях статистически значимо превышал показатели двух других видов активности (табл. 1). Группы с доминирующей интеллектуальной (ИА-респонденты) или коммуникативной (КА-респонденты) активностью формировали аналогично. Статистически значимых различий возраста, индекса массы тела, охвата талии в данных группах не обнаружено (табл. 2). Респонденты с одинаково выраженными несколькими типами активности были исключены из анализа на данном этапе исследования.

Лабораторные методы исследования динамики гормональных и иммунологических показателей под воздействием комплексной нагрузки включали:

- гормональные исследования [кортизол, адреналин, норадреналин (NE), серотонин (5-HT), дофамин (DA)] выполнены на оборудовании Abbott Architect i2000 SR (Abbott Diagnostics, США);
- иммунологические исследования (IL-4, IL-6, IL-10, TNFα) выполнены на оборудовании SUNRISE (Tecan, Австрия) методом иммуноферментного анализа и UniCel DXI800 (Beckman Coulter, США);
- генетический анализ (генотипы полиморфных локусов генов *BDNF* и *COMT*).

Отбор гормональных и иммунологических показателей осуществлён на основе обзорных исследований, выполненных научным коллективом проекта РФ «Биохимические корреляты индивидуальных различий

Таблица 1. Среднее значение и стандартное отклонение показателей темпераментальной активности в группах респондентов
Table 1. Mean and standard deviation of temperamental activity parameters in respondent groups

Типы темпераментальной активности	Средние и стандартные отклонения показателей темпераментальной активности (баллы) в группах пациентов			Н-критерий Краскела–Уоллеса	p
	Респонденты с доминирующей психомоторной активностью, n=75, 37,26±8,86 года	Респонденты с доминирующей интеллектуальной активностью, n=59, 36,61±8,23 года	Респонденты с доминирующей коммуникативной активностью, n=88, 35,59±8,52 года		
Психомоторная	21,76±4,29	16,86±3,94	16,81±4,27	49,825	<0,001
Интеллектуальная	16,47±4,06	22,03±3,88	17,50±4,02	50,932	<0,001
Коммуникативная	16,24±4,51	17,29±3,89	22,70±3,75	76,935	<0,001

Примечание. Преобладание определённого типа активности в структуре темперамента выделено полужирным.

Таблица 2. Среднее значение и стандартное отклонение показателей возраста, индекса массы тела и охвата талии в группах респондентов с разной темпераментальной активностью
Table 2. Mean and standard deviation of age, body mass index, and waist circumference in respondent groups with different temperamental activity

Показатели	Средние и стандартные отклонения показателей в группах пациентов			Н-критерий Краскела–Уоллеса	p
	Респонденты с доминирующей психомоторной активностью, n=75	Респонденты с доминирующей интеллектуальной активностью, n=59	Респонденты с доминирующей коммуникативной активностью, n=88		
Возраст, лет	37,26±8,86	36,61 ±8,23	35,59 ±8,52	4,285	0,126
Индекс массы тела, кг/м²	24,88±4,63	25,09±4,57	25,98±16,28	1,984	0,371
Охват талии, см	83,38±14,26	84,34±20,80	80,34±16,36	3,953	0,139

совладающего интеллекта» [6, 9, 39]. Генетический, гормональный и иммунологический анализ биоматериала производили в «Лаборатория ДНКОВ» г. Москвы.

Субъективные методы исследования динамики состояния под воздействием комплексной нагрузки:

- шкала Борга — оценка субъективного восприятия интенсивности физической нагрузки (шкала от 6 до 20; где 6 — без усилий, 20 — максимальное напряжение) [40];
- шкала состояний А.Б. Леоновой — оценка уровня субъективного комфорта при выполнении каждой пробы (меньше 41 балла — низкий уровень; 41–47 — сниженный; 48–53 — приемлемый; более 54 баллов — высокий) [41].
- Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программного пакета IBM Statistics 28, применив следующие методы:
 - дескриптивный анализ данных (среднее, стандартное отклонение, асимметрия, эксцесс) — для определения нормальности распределения;
 - критерий независимости хи-квадрат — анализ значимости различий частоты встречаемости генотипов полиморфных локусов генов *BDNF* и *COMT*;
 - W-критерий знаковых рангов Уилкоксона — сравнение двух связанных выборок (изменения гормональных и иммунологических показателей в группе респондентов до и после комплексной нагрузки);
 - U-критерий Манна–Уитни — сравнение двух несвязанных выборок;
 - Н-критерий Краскела–Уоллеса — выявление разли-

чий между тремя независимыми выборками респондентов с преобладающим типом ТА;

- коэффициент корреляции Спирмена (r_s) — оценка связей гормональных и иммунологических показателей.

Уровень значимости ($p \leq 0,050$) свидетельствует о статистически значимых различиях между группами обследованных или о статистически значимых связях между показателями.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Частота встречаемости генотипов гена *COMT* и гена *BDNF* в группах респондентов с разной преобладающей темпераментальной активностью

Большинство обследуемых в каждой группе являются носителями генотипа Val/Val гена *BDNF* и генотипа G/A гена *COMT*. Респондентов, у которых генотип Met/Met гена *BDNF* сочетается с генотипом A/A гена *COMT*, не обнаружено. Значимых различий частоты встречаемости генотипов генов *COMT* и *BDNF* в группах респондентов с разной преобладающей ТА не выявлено (Chi-Square=3,502, $p=0,478$; Chi-Square=5,233, $p=0,264$ соответственно).

Особенности образа жизни у респондентов с разной преобладающей темпераментальной активностью

КА-респонденты отличались большим количеством трудных ситуаций в личной жизни за последние полгода

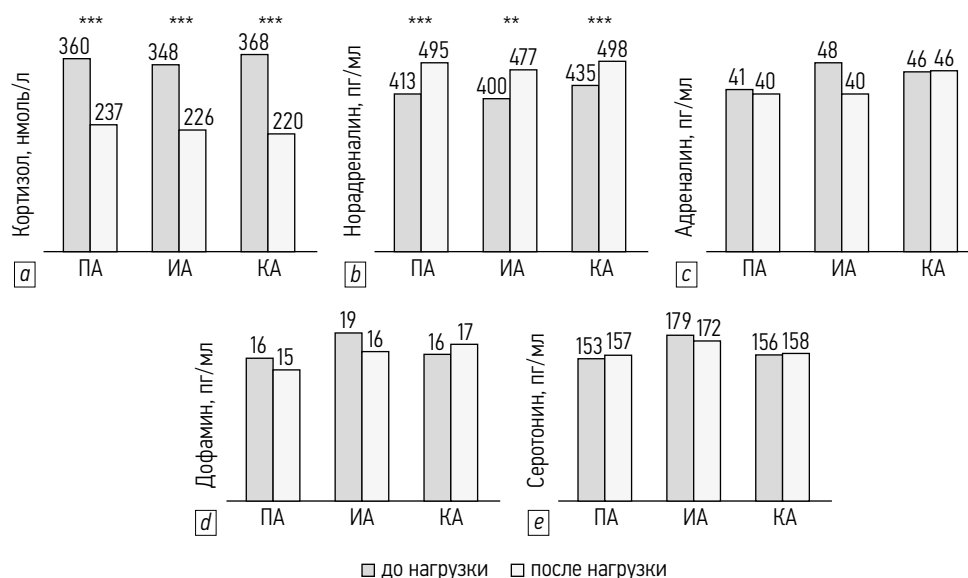


Рис. 1. Изменение гормональных показателей в группах пациентов до и после комплексной нагрузки у респондентов с преобладающей психомоторной активностью, с преобладающей интеллектуальной активностью и с преобладающей коммуникативной активностью (значимые различия обозначены звездочками: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$). ПА — респонденты с преобладающей психомоторной активностью; ИА — респонденты с преобладающей интеллектуальной активностью; КА — респонденты с преобладающей коммуникативной активностью.

Fig. 1. Hormonal changes in groups of patients before and after complex stress in respondents with predominant psychomotor activity, predominant intellectual activity, and predominant communicative activity (significant differences are indicated by asterisks: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$). PMA, respondents with predominant psychomotor activity; IA, respondents with predominant intellectual activity; CA, respondents with predominant communicative activity.

(смерть близкого, развод, свадьба, рождение ребенка и т. д.) по сравнению с ПА-респондентами ($U=2589,500$; $p=0,026$; $1,32 \pm 0,243$; $1,08 \pm 0,146$) При этом КА-респонденты отмечают у себя большее количество вредных привычек (курение, алкоголь, зависимость от социальных сетей и интернета и т. д.) по сравнению с ИА-респондентами ($U=1935,000$; $p=0,009$; $22,16 \pm 5,610$; $16,29 \pm 5,398$). Для участников с ярко выраженной биологически обусловленной потребностью в общении вредные привычки выступают в качестве одного из способов снятия напряжения при возникновении трудных ситуаций.

Изменение гормональных и иммунологических показателей до и после комплексной нагрузки в группах респондентов с разным типом преобладающей темпераментальной активности

Во всех группах диагностировано значимое снижение показателей кортизола и значимый рост показателей NE (рис. 1, а, б). Статистически значимых изменений показателей адреналина, 5-HT и DA в группах обследованных не выявлено (рис. 1, с–е).

После комплексной нагрузки диагностируется статистически значимый рост показателя IL-4 во всех сравниваемых группах (рис. 2). При этом наибольшие темпы роста уровня IL-4 наблюдаются у КА-респондентов, меньшие — у ИА-респондентов. Кроме того, диагностируется значимое снижение показателя IL-6 после комплексной нагрузки, при этом наибольшие темпы снижения показателя отмечаются в группе ПА-респондентов по сравнению с группой

КА-респондентов. Показатели IL-10 также снижаются после комплексной нагрузки: статистическая значимость подтверждена в группах ИА-респондентов и КА-респондентов. Значимых изменений показателя TNF- α в группах сравнения до и после комплексной нагрузки не выявлено.

Следует отметить, что значимых различий времени выполнения психомоторной пробы, систолического и диастолического артериального давления (мм рт. ст.) до и после психомоторной нагрузки, оценки субъективного комфорта и переносимости физической нагрузки в группах обследованных не обнаружено.

Взаимосвязь гормональных и иммунологических показателей под воздействием комплексной нагрузки

В группе ПА-респондентов изменение уровня кортизола в сыворотке крови значимо связано с изменением уровня NE ($r_s=0,318$; $p=0,006$) (рис. 3, а); в группе ИА-респондентов изменение уровня адреналина значимо связано с изменением уровня NE ($r_s=0,382$; $p=0,003$) и DA ($r_s=0,325$; $p=0,012$) (рис. 3, б); в группе КА-респондентов изменение уровня адреналина значимо связано с изменением уровня NE ($r_s=0,215$; $p=0,045$) и уровня кортизола ($r_s=0,239$; $p=0,026$) (рис. 3, с). Полученные данные указывают на разную, по-видимому, специфичную для каждой группы респондентов взаимосвязь изменений гормональных показателей:

- для ПА-респондентов характерен пропорциональный рост уровня NE на фоне снижения уровня кортизола в сыворотке крови (рис. 1, а, б);

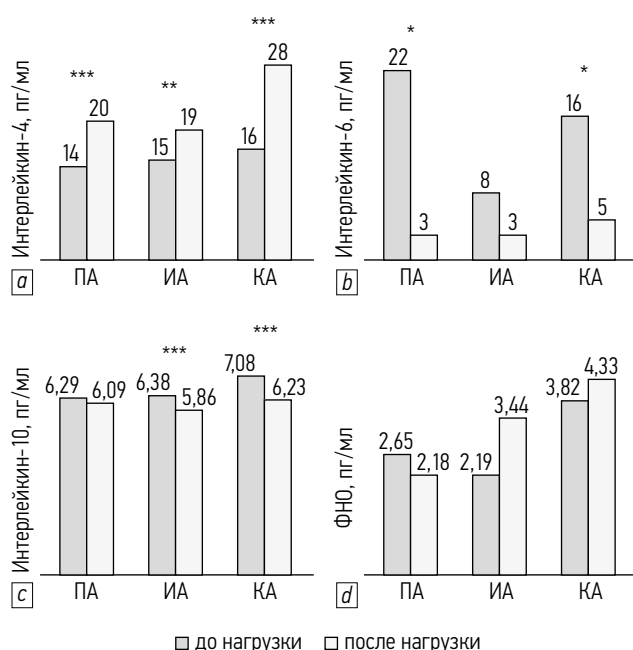


Рис. 2. Изменение иммунологических показателей (пг/мл) в группах респондентов с преобладающей психомоторной активностью, с преобладающей интеллектуальной активностью и с преобладающей коммуникативной активностью до и после комплексной нагрузки (значимые различия обозначены звездочками: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$). ПА — респонденты с преобладающей психомоторной активностью; ИА — респонденты с преобладающей интеллектуальной активностью; КА — респонденты с преобладающей коммуникативной активностью.

Fig. 2. Immunological changes (pg/ml) in respondent groups with predominant psychomotor activity, predominant intellectual activity, and predominant communicative activity before and after the complex stress (significant differences are indicated by asterisks: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$). PMA, respondents with predominant psychomotor activity; IA, respondents with predominant intellectual activity; CA, respondents with predominant communicative activity.

• ИА-респонденты отличаются более сложной взаимосвязью гормональных показателей — на фоне снижения уровня адреналина диагностируется пропорциональный рост уровня NE и снижение уровня DA в сыворотке крови (рис. 1, b, d);

• у КА-респондентов мельчайшее изменение уровня адреналина сопряжено с непропорционально высоким ростом уровня NE и резким снижением уровня кортизола (см. рис. 1, a, b).

Значимая связь изменения иммунологических показателей выявлена только в группе ПА-респондентов: снижение уровня ИЛ-6 коррелирует со снижением уровня TNF- α в сыворотке крови ($r_s = 0,424$; $p < 0,001$) (см. рис. 3, a).

Особый интерес вызывает отрицательная корреляция изменения уровня ИЛ-6 и изменения уровня серотонина у ПА-респондентов ($r_s = -0,324$, $p = 0,005$), т. е. чем больше рост уровня серотонина, тем больше снижение уровня ИЛ-6 в сыворотке крови (см. рис. 3, a). Небольшое изменение уровня серотонина у ИА-респондентов коррелирует

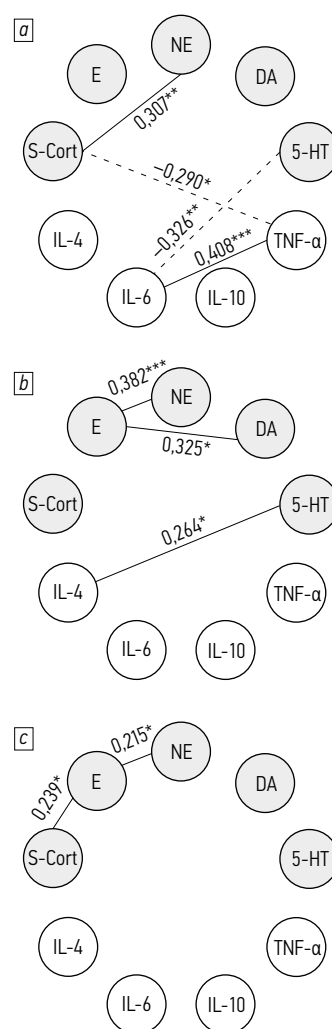


Рис. 3. Связи изменений уровней иммунологических показателей (пг/мл) и гормональных показателей в группах респондентов с преобладающей психомоторной активностью (a), с преобладающей интеллектуальной активностью (b) и с преобладающей коммуникативной активностью (c) до и после комплексной нагрузки (значимые различия обозначены звездочками: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$). E — адреналин, NE — норадреналин, S-Cort — кортизол, DA — дофамин, 5-HT — серотонин, IL-4 — интерлейкин-4, IL-6 — интерлейкин-6, IL-10 — интерлейкин-10, TNF- α — фактор некроза опухоли.

Fig. 3. Relationship between immunological changes (pg/ml) and hormonal changes in respondent groups with predominant psychomotor activity (a), predominant intellectual activity (b), and predominant communicative activity (c) before and after the complex stress (significant differences are indicated by asterisks: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$). E, epinephrine; NE, norepinephrine; S-Cort, cortisol; DA, dopamine; 5-HT, serotonin; IL-4, interleukin-4; IL-6, interleukin-6; IL-10, interleukin-10; TNF α , tumor necrosis factor.

с ростом уровня ИЛ-4 ($r_s = 0,264$; $p = 0,044$) в сыворотке крови (см. рис. 3, b). Значимых связей изменения уровней рассматриваемых гормональных и иммунологических показателей в группе КА-респондентов не выявлено (см. рис. 3, c).

ОБСУЖДЕНИЕ

Темперамент — это прижизненно формируемое образование [7, 8, 16], обеспечиваемое совокупностью взаимодействий морфологической, биохимической, нейрофизиологической и других биологических систем конкретного человека. Результаты эксперимента указывают как на общие, так и на специфические изменения уровней гормональных и иммунологических показателей под воздействием комплексной нагрузки у респондентов с разной преобладающей ТА. В каждой группе диагностируется снижение уровня кортизола и рост уровня NE, что согласуется с исследованиями экзаменационного стресса у здоровых респондентов [42].

Во всех обследованных группах комплексная нагрузка приводит к росту уровня IL-4. Обнаружены специфические различия в изменениях иммунологических показателей у респондентов с разной ТА: у КА-респондентов происходит снижение уровня IL-6 и уровня IL-10, у ПА-респондентов — только уровня IL-6, у ИА-респондентов — только уровня IL-10 в сыворотке крови.

Динамическое взаимодействие между цитокинами, направленное на поддержание физиологического баланса, подобно паутине, когда повышение/понижение уровня одного цитокина немедленно приводит к усилению или ослаблению уровней нескольких других цитокинов; многие цитокины уравниваются ингибиторами или другими цитокинами с противоположным действием [43]. Эффекты цитокинов являются системными и могут быть связаны не только с высокой межиндивидуальной генетической вариабельностью уровней цитокинов в плазме [43], но и с ТА, обуславливая специфичность динамического взаимодействия нейромедиаторов у пациентов с доминирующей психомоторной, интеллектуальной или коммуникативной активностью темперамента.

Следует подчеркнуть отличия, сопряжённые с динамикой серотонина и некоторых интерлейкинов у разных групп обследованных. В группе ПА-респондентов комплексная нагрузка способствует росту уровня 5-НТ и снижению уровня IL-6, у ИА-респондентов — снижению уровня 5-НТ и росту уровня IL-4. Отсутствие связей изучаемых гормональных и иммунологических показателей у КА-респондентов может свидетельствовать о другом механизме их взаимодействия либо о большей автономности иммунной и гормональной систем.

Полученные результаты являются уникальными, поскольку в рамках одного экспериментального дизайна удалось смоделировать комплексную нагрузку, включающую двигательные, интеллектуальные и разговорные задания, а также оценить динамику как гормональных, так и иммунологических показателей. В литературе, как правило, представлены данные о биохимических изменениях показателей отдельно по видам нагрузки [44] или отдельно по гормонам [45] и интерлейкинам [46].

Осознанное управление собственным здоровьем и нагрузкой связано с совладающим интеллектом пациента. Комплексная реакция организма обусловлена психологической оценкой стрессового фактора [47]: эмоционально-стрессовая оценка может привести к угнетению функций иммунной системы, положительная оценка способна стимулировать усиление её деятельности [46]. Понимание связей между стрессом, воспалением, психическим состоянием и поведением является важным как для здоровья отдельного человека, так и отдельных групп [48].

Ограничения настоящего исследования могут быть связаны с региональной спецификой выборки — представлены высокообразованные пациенты из Москвы и Екатеринбурга со схожими климатическими и социально-экономическими условиями проживания. Сопоставлены изменения гормональных и иммунологических показателей у респондентов с преобладанием только одной ТА, вместе с тем имеется достаточно обследованных, у которых в равной мере выражены две или три ТА. Решение вопроса о том, являются ли выявленные закономерности частным случаем или характерны не только для условно здоровых взрослых людей, но и для пациентов с разными нозологиями, требует дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование связано с поиском экспериментальных фактов, которые могли бы лечь в основу постановки гипотезы о специфичности изменения гормональных и иммунологических показателей под воздействием комплексной нагрузки у пациентов с разной доминирующей ТА. Выявлено, что у респондентов с преобладающей психомоторной активностью темперамента достоверно снижается уровень IL-6 в сыворотке крови; изменения уровня кортизола коррелируют с изменением уровня норадреналина; уровень IL-6 положительно связан с изменениями уровня TNF- α и отрицательно — с изменением уровня 5-НТ. У респондентов с преобладающей интеллектуальной активностью темперамента достоверно снижается уровень IL-10; изменение уровня адреналина коррелирует с изменением уровня норадреналина и уровня дофамина; снижение уровня 5-НТ достоверно связано с ростом уровня IL-4 в сыворотке крови. У респондентов с преобладающей коммуникативной активностью темперамента достоверно снижается уровень IL-6 и уровень IL-10; изменение уровня адреналина коррелирует с изменением уровня норадреналина и уровня кортизола в сыворотке крови.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. В.Е.В. — разработка концепции, получение финансирования, формальный анализ, научное руководство, написание черновика рукописи, написание рукописи — рецензирование и редактирование; К.И.О. — разработка концепции, проведение исследования, написание рукописи — рецензирование и редактирование;

В.А.В. — проведение исследования, формальный анализ; В.Н.Э. — проведение исследования, формальный анализ; Д.Д.А. — проведение исследования, формальный анализ. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Уральского государственного медицинского университета (протокол № 5 от 16.06.2023). Протокол исследования размещён на <https://ipran.ru/notice/ethic/>.

Согласие на публикацию. Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование. Авторы не использовали персональные данные при подготовке рукописи; результаты представляются в обобщённом виде.

Источники финансирования. Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-18-00293, <https://rscf.ru/project/23-18-00293/>.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Данные, полученные в настоящем исследовании, не являются общедоступными в связи с исполнением условий договора с РФФ.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена в соответствии с процедурой fast-track. В рецензировании участвовали три внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contributions: V.E.V.: conceptualization, securing funding, formal analysis, supervision, writing—original draft, writing—review & editing; K.I.O.: conceptualization, investigation, writing—review & editing; V.A.V.: investigation, formal analysis; V.N.E.: investigation, formal analysis; D.D.A.: investigation, formal analysis. All the authors approved the version of the manuscript to be published and agree to be accountable for all aspects of the work, ensuring that issues related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Ethics approval: The study was approved by the local Ethics Committee of the Ural State Medical University (Minutes No. 5 dated June 16, 2023). For the study protocol, visit <https://ipran.ru/notice/ethic/>.

Consent for publication: All participants provided written informed consent prior to enrollment in the study. The authors did not use any personal data in writing the manuscript; the results have been generalized.

Funding sources: The study was supported by grant No. 23-18-00293 (<https://rscf.ru/project/23-18-00293/>) awarded by the Russian Science Foundation.

Disclosure of interest: The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously obtained or published material (text, images, or data) was used in this study or article.

Data availability statement: The data obtained in this study cannot be made publicly available under the agreement with the Russian Science Foundation.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

Provenance and peer review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the fast-track procedure. The peer review process involved three external reviewers, a member of the editorial board, and the in-house scientific editor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Petrov AN, Kurakova NG, Son IM. Analysis of the problems of implementing the priority direction "personalized medicine" in the format of a full-cycle project. *Economics of Science*. 2017;3(2):74–88. doi: 10.22394/2410-132x-2017-3-2-74-88 EDN: ZELOSH
- Shlyakhto EV, Konradi AO. Personalized medicine. History, current state of the problem and implementation prospects. *Russian Journal of Personalized Medicine*. 2021;1(1):6–20. EDN: ISXQRM
- Robbins TW. Opinion on monoaminergic contributions to traits and temperament. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2018;373(1744):20170153. doi: 10.1098/rstb.2017.0153
- Delvecchio G, Bellani M, Altamura AC, Brambilla P. The association between the serotonin and dopamine neurotransmitters and personality traits. *Epidemiol Psychiatr Sci*. 2016;25(2):109–112. doi: 10.1017/S2045796015001146
- Licht CL, Mortensen EL, Hjordt LV, et al. Serotonin transporter gene (SLC6A4) variation and sensory processing sensitivity-Comparison with other anxiety-related temperamental dimensions. *Mol Genet Genomic Med*. 2020;8(8):e1352. doi: 10.1002/mgg3.1352 EDN: ZLIHHH
- Kuvaeva IO, Volkova EV. Neurochemical markers of coping intelligence. *Kazan Medical Journal*. 2024;105(2):260–271. doi: 10.17816/kmj623568 EDN: HSPMTR
- Rusalov VM, Dudin SI. *Temperament and intelligence: theoretical and experimental studies*. Moscow: Nauka; 2024. 280 p. (In Russ.)
- Rusalov VM. Some Theoretical Problems of Constructing of a Special Theory of Human Individuality. *Natural Systems of Mind*. 2022;2(1):68–81. doi: 10.38098/nsom_2022_02_01_08 EDN: MOTBVJ
- Kuvaeva IO, Volkova EV. Biochemical Correlates of Individual Differences in Coping Intelligence. *Natural Systems of Mind*. 2022;2(2):18–34. doi: 10.38098/nsom_2022_02_02_03 EDN: IDTEHY
- Hippocrates. Epidemics. In: *Ethics and General Medicine. Book 1, Part 3*. Saint Petersburg: Azbuka; 2001. P. 224–235. (In Russ.)
- Galen K. On the fact that the best doctor is also a philosopher. In: *Galen: Doctor and Philosopher*. Balalykin DA, Shcheglov AP, Shok NP, editors. Moscow: Academic Publishing Center "Science" of the Russian Academy of Sciences; 2014. P. 406. (In Russ.)
- Sechenov IM, Pavlov IP, Vvedensky NE. Reflexes of the brain. In: *Physiology of the nervous system. Selected works*. Bykova KM, editor. Moscow: State Publishing House of Medical Literature; 1952. P. 143–211. (In Russ.)
- Pavlov IP. *Selected Works*. Moscow: Publishing House of the Academy of Pedagogical Sciences of the RSFSR; 1951. 616 p. (In Russ.)
- Teplov BM. *Problems of individual differences*. Moscow: Prosveshchenie; 1961. 536 p. (In Russ.)
- Nebylitsyn VN. *Psychophysiological studies of individual differences*. Moscow: Nauka; 1976. 336 p. (In Russ.)
- Rusalov VM. *Temperament in the structure of human individuality: Differential-psychophysiological and psychophysiological studies*. Moscow: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences; 2012. 528 p. (In Russ.)
- Volkova EV, Kalugin AY, Rusalov VM. Personality Traits, Attitudes to Life and Patterns of Behavior. *Natural System of Mind*. 2022;2(1):31–46. doi: 10.38098/nsom_2022_02_01_03 EDN: VTKXQV
- Almayev NA, Murasheva OV, Petrovich DL. Rusalov STQ-150 and Rusalov-Trofimova STQ-77 in Relation to the EEG Spectral Power. *Natural Systems of Mind*. 2024;4(1). doi: 10.38098/nsom_2024_04_01_02
- Dokuchaev DA. Features of the EEG Power Spectrum when Solving Problems in Respondents with Different Dominant Temperamental Activity. *Natural Systems of Mind*. 2024;4(1). doi: 10.38098/nsom_2024_04_01_06

20. Cloninger CR, Svrakic DM, Przybeck TR. A psychobiological model of temperament and character. *Arch Gen Psychiatry*. 1993;50(12):975–90. doi: 10.1001/archpsyc.1993.01820240059008
21. Gray JA. The neuropsychology of temperament. In: *Explorations in temperament: International perspectives on theory and measurement*. Strelau J, Angleitner A, editors. New York: Plenum Press; 1991. P. 105–128. doi: 10.1007/978-1-4899-0643-4_8
22. Netter P. Biochemical variables in the study of temperament. In: *Explorations in temperament: International perspectives on theory and measurement*. Strelau J, Angleitner A, editors. New York: Plenum Press; 1991. P. 147–161. doi: 10.1007/978-1-4899-0643-4_10
23. Trofimova IN, Gaykalova AA. Emotionality vs. Other Biobehavioural Traits: A Look at Neurochemical Biomarkers for Their Differentiation. *Front Psychol*. 2021;12:781631. doi: 10.3389/fpsyg.2021.781631 EDN: AQONJG
24. Trofimova I. Contingent Tunes of Neurochemical Ensembles in the Norm and Pathology: Can We See the Patterns? *Neuropsychobiology*. 2021;80(2): 101–133. doi: 10.1159/000513688 EDN: YMRLLX
25. Sulis W. The Continuum from Temperament to Mental Illness: Dynamical Perspectives. *Neuropsychobiology*. 2021;80(2):134–146. doi: 10.1159/000509572 EDN: VYMOSG
26. Hill MN, Campolongo P, Yehuda R, Patel S. Integrating Endocannabinoid Signaling and Cannabinoids into the Biology and Treatment of Post-traumatic Stress Disorder. *Neuropsychopharmacology*. 2018;43(1):80–102. doi: 10.1038/npp.2017.162
27. Dinan TG, Cryan JF. Microbes, Immunity, and Behavior: Psychoneuroimmunology Meets the Microbiome. *Neuropsychopharmacology*. 2017; 42(1):178–192. doi: 10.1038/npp.2016.103
28. Ménard C, Pfau ML, Hodes GE, Russo SJ. Immune and Neuroendocrine Mechanisms of Stress Vulnerability and Resilience. *Neuropsychopharmacology*. 2017;42(1):62–80. doi: 10.1038/npp.2016.90
29. Tokarev AR. Neuro-cytokine mechanisms of acute stress (literature review). *Bulletin of new medical technologies*. 2019;(3):194–204. doi: 10.24411/2075-4094-2019-16469.35 EDN: ZRWOZP
30. Raison CL, Miller AH. Pathogen-Host Defense in the Evolution of Depression: Insights into Epidemiology, Genetics, Bioregional Differences and Female Preponderance. *Neuropsychopharmacology*. 2017;42(1):5–27. doi: 10.1038/npp.2016.194
31. Popkov IG, Aybazova AM, Lotsmer AA, et al. Features of temperament changes in laboratory rats with mild and severe inflammation. In: *Proceedings of the 75th open scientific and practical conference of young scientists and students of VolGМУ with international participation "Actual problems of experimental and clinical medicine"*. April 19–22, 2017. 571 p. (In Russ.)
32. Notaras M, van den Buuse M. Neurobiology of BDNF in fear memory, sensitivity to stress, and stress-related disorders. *Mol Psychiatry*. 2020;25(10):2251–2274. doi: 10.1038/s41380-019-0639-2 EDN: RFTXRB
33. Carta A, Vainieri I, Rommel AS, et al. Temperament Dimensions and Awakening Cortisol Levels in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Front Psychiatry*. 2022;13:803001. doi: 10.3389/fpsyg.2022.803001 EDN: THYNBE
34. Trofimova I, Sulis W. There is more to mental illness than negative affect: comprehensive temperament profiles in depression and generalized anxiety. *BMC Psychiatry*. 2018;18(1):125. doi: 10.1186/s12888-018-1695-x EDN: VIELXR
35. Rusalov VM, Volkova NE. A Test "Elementary Logical Operations": Psychometric Characteristics on The Russian Sample. *Natural Systems of Mind*. 2021;1(1):48–58. doi: 10.38098/nsom_2021_01_03_05 EDN: ELNGOW
36. Raven JK, Kort JH, Raven J. *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. Section 3. Standard Progressive Matrices*. Moscow: "Cogito-Center"; 2012. 144 p. (In Russ.)
37. Nikitin NB. *Intellectual games*. Obninsk: Svetovid; 2009. P. 80–104. (In Russ.)
38. Yasyukova LA. *Rosenzweig's Frustration Test. Diagnostics of reactions in conflict situations: methodological guide, 7th edition, revised and supplemented*. Saint Petersburg: IMATON; 2021. 128 p. (In Russ.)
39. Teplyakova OV, Kuvaeva IO, Volkova EV. Stress, inflammation and coping strategies – association with rheumatological pathology. *Kazan Medical Journal*. 2023;104(6):885–895. doi: 10.17816/KMJ568607 EDN: WPLTVG
40. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1982;14:377–381.
41. *Workshop on Engineering Psychology and Ergonomics: a textbook for students of higher educational institutions*. Moscow: Academy; 2003. P. 139–141. (In Russ.)
42. Lavrov OV, Pyatin VF, Shirolapov IV. Adaptive changes in cardiovascular system parameters and serum levels of a number of hormones under examination stress. *Kazan Medical Journal*. 2012;93(3):461–464. doi: 10.17816/KMJ1868 EDN: OYVDCZ
43. Stenvinkel P, Ketteler M, Johnson RJ, et al. IL-10, IL-6, and TNF- α : central factors in the altered cytokine network of uremia — the good, the bad, and the ugly. *Kidney Int*. 2005;67(4):1216–1233. doi: 10.1111/j.1523-1755.2005.00200.x
44. Danese A, J Lewis S. Psychoneuroimmunology of Early-Life Stress: The Hidden Wounds of Childhood Trauma? *Neuropsychopharmacology*. 2017;42(1):99–114. doi: 10.1038/npp.2016.198 EDN: XTGOTJ
45. Miller R, Kirschbaum C. *Trier Social Stress Test*. In book: *Encyclopedia of Behavioral Medicine*. Springer, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-36172-2_53
46. Petrushkina NA, Simonova NA, Bykov EV, Kolomiets OI. Immunology of sports (literature review). *Scientific and sports bulletin of the Urals and Siberia*. 2019;3(23):21–37. (In Russ.)
47. Waldman AV, Kozlovskaya MM, Medvedev OS. *Pharmacological regulation of emotional stress*. Moscow: Meditsina; 1979. 360 p. (In Russ.)
48. Vodovotz Y, Arciero J, Verschure PFMJ, Katz DL. A multiscale inflammatory map: linking individual stress to societal dysfunction. *Front Sci*. 2024;1:1239462. doi: 10.3389/fsci.2023.1239462 EDN: KCWDQT

ОБ АВТОРАХ

*** Куваева Ирина Олеговна**, канд. психол. наук, научный сотрудник, лаб. психологии способностей и ментальных ресурсов им. В.Н. Дружинина, доцент, каф. возрастной и педагогической психологии департамента психологии; адрес: Россия, 620062, Екатеринбург, ул. Мира, д. 19; ORCID: 0000-0001-5451-0725; eLibrary SPIN: 7244-9678; e-mail: irina.kuvaeva@urfu.ru

Волкова Елена Вениаминовна, д-р психол. наук, главный научный сотрудник, заведующая, лаб. психологии способностей и ментальных ресурсов им. В.Н. Дружинина; ORCID: 0000-0003-3809-3639; eLibrary SPIN: 8375-5018; e-mail: volkovaev@ipran.ru

Варламов Андрей Витальевич, специалист, Центр практической психологии, младший научный сотрудник, лаб. психологии способностей и ментальных ресурсов им. В.Н. Дружинина; ORCID: 0000-0002-6144-6036; eLibrary SPIN: 1397-5213; e-mail: andrey.varlamov.62@gmail.com

Волкова Наталья Эдуардовна, младший научный сотрудник, лаб. психологии способностей и ментальных ресурсов им. В.Н. Дружинина; ORCID: 0000-0001-6225-6288; eLibrary SPIN: 5318-5587; e-mail: volkovane@ipran.ru

Докучаев Денис Александрович, младший научный сотрудник, лаб. психологии способностей и ментальных ресурсов им. В.Н. Дружинина; ORCID: 0000-0003-3432-0056; eLibrary SPIN: 1257-9376; e-mail: dokuchaevda@ipran.ru

AUTHORS INFO

*** Irina O. Kuvaeva**, Cand. Sci. (Psychology), Research Associate, V.N. Druzhinin Laboratory of Psychology of Abilities and Mental Resources, Assistant Professor, Depart. of Developmental and Educational Psychology of the Department of Psychology; address: 19 Mira st, Ekaterinburg, Russia, 620062; ORCID: 0000-0001-5451-0725; eLibrary SPIN: 7244-9678; e-mail: irina.kuvaeva@urfu.ru

Elena V. Volkova, Dr. Sci. (Psychology), Chief Research Associate, Head, V.N. Druzhinin Laboratory of Psychology of Abilities and Mental Resources; ORCID: 0000-0003-3809-3639; eLibrary SPIN: 8375-5018; e-mail: volkovaev@ipran.ru

Andrey V. Varlamov, Specialist, Centre of Practical Psychology, Junior Research Associate, Druzhinin Laboratory of Psychology of Abilities and Mental Resources; ORCID: 0000-0002-6144-6036; eLibrary SPIN: 1397-5213; e-mail: andrey.varlamov.62@gmail.com

Natalia E. Volkova, Junior Research Associate, Druzhinin Laboratory of Psychology of Abilities and Mental Resources; ORCID: 0000-0001-6225-6288; eLibrary SPIN: 5318-5587; e-mail: volkovane@ipran.ru

Denis A. Dokuchaev, Junior Research Associate, Druzhinin Laboratory of Psychology of Abilities and Mental Resources; ORCID: 0000-0003-3432-0056; eLibrary SPIN: 1257-9376; e-mail: dokuchaevda@ipran.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author