



Читать
онлайн

Read
online

Сетко Н.П.¹, Жданова О.М.¹, Сетко А.Г.², Лукьянов С.Э.¹

Современные подходы к донозологической диагностике и коррекции экологически обусловленного стресса у детей и подростков

¹ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, 460000, Оренбург, Россия;

²ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Ранняя диагностика психоэмоционального состояния и своевременная коррекция могут снизить риск формирования отклонений в психическом здоровье детей и подростков.

Материалы и методы. У учащихся начального ($n = 247$), среднего ($n = 297$) и старшего звена обучения ($n = 146$) общеобразовательных организаций проведена донозологическая диагностика и коррекция стресса с помощью современных аппаратно-программных комплексов.

Результаты. Установлено, что с увеличением уровня нервно-психического напряжения в 1,3 раза у учащихся от начального к старшему звену регистрировалось повышение тревожности в 1,2 раза в повседневной и учебной сферах, враждебности в 1,3 раза и агрессивности в 1,2 раза. Удельный вес учащихся с высоким уровнем непродуктивного нервно-психического напряжения увеличился в 1,4 раза, учащихся с состоянием избыточного скопления напряжения — в 3,5 раза на фоне снижения периферической температуры тела в 1,2 раза, увеличения частоты пульса в 1,2 раза и мышечного напряжения в 1,3 раза. Показано, что использование технологии функционального биоуправления методом диафрагмального дыхания снижало тревожность на 15,9% в повседневной жизни, на 24,1% в академической сфере и негативных эмоциональных переживаний в учебной деятельности на 21,5%, способствовало нормализации физиологических маркеров стресса, формированию оптимального вегетативного баланса для реализации всех возможностей при стрессовой ситуации и состояния психофизиологического благополучия у каждого второго учащегося.

Ограничения исследования. Использование диафрагмального дыхания в качестве метода коррекции психоэмоционального состояния может ограничивать возможность экстраполяции полученных данных на другие исследования, в которых использовались электромиографические, электроэнцефалографические, температурные тренинги или их комбинации.

Заключение. Доказана эффективность применения методов донозологической диагностики и коррекции стресса как экологического фактора среды обитания, что позволяет рекомендовать их для внедрения и использования в общеобразовательных организациях.

Ключевые слова: учащиеся; стресс; тревожность; негативные эмоциональные переживания; агрессивность; враждебность; функциональное биоуправление

Соблюдение этических стандартов. Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (последняя редакция), одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (протокол № 258 от 09.10.2020 г.). Все участники и их законные представители дали информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании.

Для цитирования: Сетко Н.П., Жданова О.М., Сетко А.Г., Лукьянов С.Э. Современные подходы к донозологической диагностике и коррекции экологически обусловленного стресса у детей и подростков. *Гигиена и санитария*. 2025; 104(6): 741–749. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-6-741-749> <https://elibrary.ru/aekqv>

Для корреспонденции: Жданова Олеся Михайловна, e-mail: Robokors@yandex.ru

Участие авторов: Сетко Н.П., Сетко А.Г. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Жданова О.М., Лукьянов С.Э. — сбор и обработка материала, статистический анализ, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 30.12.2024 / Принята к печати: 26.03.2025 / Опубликовано: 31.07.2025

Nina P. Setko¹, Olesya M. Zhdanova¹, Andrey G. Setko², Sergey E. Lukyanov¹

Modern approaches to pre-nosological diagnostics and correction of environmental conditioned stress in children and adolescents

¹Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation;

²Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, 141014, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Early diagnostics of the psycho-emotional state and timely correction of the identified deviations can reduce the risk of mental health deviations in the future in children and adolescents.

Materials and methods. Pre-clinical diagnostics and stress correction were performed using modern hardware and software systems in students of three age groups: primary ($n=247$), middle ($n=297$) and senior ($n=146$) of general education institutions.

Results. It was found that with an increase in the level of neuropsychic stress by 1.3 times, students from primary to senior levels showed an increase in anxiety by 1.2 times in everyday and academic spheres, hostility by 1.3 times and aggressiveness by 1.2 times, an increase in the proportion of students with a high level of unproductive neuropsychic stress by 1.4 times and with a state of excessive constricting tension by 3.5 times, against the background of a decrease in peripheral body temperature by 1.2 times, an increase in muscle tension by 1.3 times and a pulse by 1.2 times. The use of functional biofeedback technology using the diaphragmatic breathing method was found to contribute to a decline in anxiety by 15.9% in everyday life, by 24.1% in the academic sphere and negative emotional experiences in educational activities by 21.5%, normalization of physiological markers of stress, formation of an optimal vegetative balance for the implementation of all possibilities in a stressful situation and a state of psychophysiological well-being in every second student after mastering the skill of diaphragmatic breathing.

Limitations. The use of diaphragmatic-relaxation breathing as a method for correcting the psychoemotional state may limit the possibility of extrapolating the obtained data to other studies that used electromyographic, electroencephalographic, temperature training or their combinations.

Conclusion. The effectiveness of the use of pre-clinical diagnostics and stress correction methods as an environmental factor of the habitat has been proven, which allows recommending them for implementation and use on the basis of general education institutions.

Keywords: students; stress; anxiety; negative emotional experiences; aggression; hostility; functional biofeedback

Compliance with ethical standards. The study complies with the latest revision of the Helsinki Declaration; approved by the local ethics committee of the Orenburg State Medical University (protocol No. 258 dated 10/09/2020). All participants and their legal representatives gave informed voluntary written consent to participate in the study.

For citation: Setko N.P., Zhdanova O.M., Setko A.G., Lukyanov S.E. Modern approaches to pre-nosological diagnostics and correction of environmental conditioned stress in children and adolescents. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2025; 104(6): 741–749. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-6-741-749> <https://elibrary.ru/ackqvq> (In Russ.)

For correspondence: Olesya M. Zhdanova, e-mail: Robokors@yandex.ru

Contribution: Setko N.P., Setko A.G. — concept and design of the study, editing; Zhdanova O.M., Lukyanov S.E. — collecting and processing the material, statistical processing, writing the text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The study had no sponsorship.

Received: December 30, 2024 / Accepted: March 26, 2025 / Published: July 31, 2025

Введение

В современных условиях стрессовые факторы значительно влияют на детей и подростков и представляют серьёзную проблему общественного здравоохранения [1–12]. Воздействие острых и хронических стрессовых событий — один из самых мощных факторов риска развития психопатологии в детском и подростковом возрасте [13, 14].

По данным многочисленных научных исследований, подрастающее поколение сталкивается с различными проблемами в повседневной жизни: построение социальных отношений со сверстниками, завышенные социальные ожидания, возрастающие информационные нагрузки, интенсификация учебной деятельности на фоне дефицита времени для реализации социальных, творческих и других индивидуальных потребностей и др. Всё это зачастую становится основным фактором формирования острого или хронического стресса [1–12]. Стресс больше не рассматривается исключительно как ситуационная реакция на отдельные события, а становится системным фактором, формирующим среду обитания, в которой растут и развиваются дети и подростки. Известно, что незначительные стрессогенные воздействия в совокупности способны индуцировать хроническое перенапряжение, которое нередко остаётся не диагностированным вплоть до трансформации в пограничные расстройства психического или соматического характера [9–12]. В связи с этим особую актуальность приобретают донозологическая диагностика и коррекция стресса как экологического фактора среды обитания, что позволит своевременно выявлять негативные изменения в функциональном состоянии организма детей и подростков и предотвращать дальнейшее развитие психосоматических патологий.

Цель исследования — научно обосновать современные подходы к донозологической диагностике и коррекции стресса как экологического фактора среды обитания детей и подростков.

Материалы и методы

Исследование проведено в два этапа. На первом этапе выполнено поперечное (кросс-секционное) исследование с целью научного обоснования современных подходов к донозологической диагностике стресса у 690 учащихся трёх возрастных групп: начального (7–11 лет ($n = 247$), из них 127 мальчиков и 120 девочек), среднего (12–15 лет ($n = 297$), из них 151 мальчик и 146 девочек) и старшего (16–17 лет ($n = 146$), из них 64 юноши и 82 девушки) звеньев обучения общеобразовательных организаций Оренбурга. Критерии включения: учащиеся общеобразовательных организаций, проживающие на территории Оренбурга не менее 10 лет; согласие законных представителей (родителей либо опекунов) и (или) учащихся на обследование; отсутствие психических и соматических патологий, выраженных когнитивных на-

рушений, препятствующих корректному заполнению анкет-опросников и пониманию процедуры предстоящего исследования. Критерии исключения: отказ учащихся или их законных представителей от обследования на любом этапе. Отбор участников проведён методом случайной выборки в соответствии с критериями включения и исключения. Расчёт размера выборки предварительно не проводился.

Донозологическая диагностика стресса проведена с помощью опросника «Шкала психологического стресса PSM-25» Н.Е. Водопьяновой [15] с определением тревожности и негативных эмоциональных переживаний по опроснику Ч.Д. Спилбергера (STPI-State Trail Personal Inventory) в модификации А.Д. Андреевой [15]; агрессивных и враждебных реакций по методике А. Басса и А. Дарки (1957) в модификации А.К. Осницкого (1998); показателей цветового теста М. Люшера — суммарного отклонения от аутогенной нормы и вегетативного коэффициента и физиологических параметров организма учащихся (периферическая температура тела, электрическая активность трапециевидных мышц, частота дыхательных движений, частота сердечных сокращений) с помощью аппаратно-программного комплекса диагностики и коррекции психоэмоционального состояния «Комфорт» (ООО «НПФ «Амалтея», Санкт-Петербург, 2015).

На втором этапе исследования из группы учащихся старшего звена, прошедших донозологическую диагностику, были отобраны 50 учащихся с высоким уровнем нервно-психического напряжения. В целях коррекции психоэмоционального состояния учащихся проведены тренинги функционального биоуправления для формирования навыка диафрагмального дыхания (в среднем 10 тренингов), контроль степени сформированности которого осуществлялся на основании сравнительного анализа физиологических параметров до и после тренингов.

Исследование проведено в период учебного года в утренние часы в медицинских кабинетах общеобразовательных организаций с исключением влияния возможных внешних раздражителей, таких как шум, изменения освещения и температуры, разговоры или телефонные вызовы. Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией в последней редакции; одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России (протокол № 258 от 09.10.2020 г.). Родители и учащиеся были ознакомлены с целью и методами исследования, обеспечивались право на отказ от участия и конфиденциальность данных, все участники и их законные представители дали информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании.

Статистическая обработка данных проведена с использованием программного обеспечения StatTech v. 3.1.8 (ООО «Статтех», Россия) параметрическими методами статистики, обоснованность применения которых подтверждена результатами предварительного анализа распределения данных на нормальность с помощью критерия Колмогорова — Смир-

Таблица 1 / Table 1

Показатели психоэмоционального состояния учащихся обследованных групп (баллы)

Indexes of the psycho-emotional state of students in the study groups (points)

Показатель Index	Группы учащихся / Groups of schoolchildren			p^*	p^{**}	p^{***}
	начальное звено primary school students	среднее звено middle school students	старшее звено high school students			
Стресс / Stress	67.9 ± 1.41	73.4 ± 1.94	84.7 ± 1.91	0.022	0.040	< 0.001
Тревожность в повседневной сфере Anxiety in everyday life	16.3 ± 0.22	18.2 ± 0.29	20.3 ± 0.27	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Тревожность в академической сфере Anxiety in the academic field	17.1 ± 0.24	19.7 ± 0.28	19.7 ± 0.30	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Негативные эмоциональные переживания в повседневной сфере Adverse emotional experiences in everyday life	18.3 ± 0.27	20.9 ± 0.37	19.7 ± 0.46	< 0.001	0.526	< 0.001
Негативные эмоциональные переживания в академической сфере Adverse emotional experiences in the academic sphere	12.4 ± 0.21	15.3 ± 0.34	14.0 ± 0.48	< 0.001	0.384	< 0.001
Физическая агрессия / Physical aggression	4.5 ± 0.13	4.6 ± 0.15	4.7 ± 0.31	0.614	0.658	0.689
Косвенная агрессия / Indirect aggression	3.4 ± 0.09	3.6 ± 0.11	4.5 ± 0.26	0.159	0.213	0.269
Раздражение / Irritation	3.7 ± 0.12	4.7 ± 0.14	4.8 ± 0.26	< 0.001	< 0.001	0.002
Негативизм / Negativism	1.9 ± 0.07	2.2 ± 0.08	2.7 ± 0.14	0.005	0.013	< 0.001
Обида / Resentment	2.6 ± 0.11	3.7 ± 0.13	3.7 ± 0.21	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Подозрительность / Suspicion	3.9 ± 0.12	4.8 ± 0.13	4.6 ± 0.20	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Вербальная агрессия / Verbal aggression	5.3 ± 0.12	6.0 ± 0.13	7.1 ± 0.25	< 0.001	0.001	0.002
Чувство вины / Guilt	4.8 ± 0.11	5.1 ± 0.13	5.0 ± 0.24	0.078	0.121	0.016
Агрессивность / Aggressiveness	13.6 ± 0.30	15.3 ± 0.34	16.2 ± 0.67	0.001	0.001	0.003
Враждебность / Hostility	6.4 ± 0.20	8.5 ± 0.23	8.3 ± 0.36	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Примечание. Здесь и в табл. 3, 5: p — статистически значимые различия при сравнении данных учащихся: * — начального звена с данными среднего звена; ** — среднего звена с данными старшего звена; *** — начального звена с данными старшего звена.

Note: Here and in Table 3, 5: * — when comparing data of primary school students with data of middle school students; ** — when comparing data of middle school students with data of senior school students; *** — when comparing data of primary school students with data of senior school students.

нова. Количественные данные представлены в виде средних значений (M) и стандартных ошибок среднего (m); категориальные — в процентах. Для оценки статистической значимости различий между тремя независимыми группами применён однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим сравнением пост-хок данных групп по методу Тьюки (Tukey HSD). Для определения статистически значимых различий между связанными выборками (до и после) использовали парный t -критерий Стьюдента. Уровень значимости устанавливали на $p < 0,05$. Для оценки статистической значимости различий категориальных переменных применяли критерий хи-квадрат Пирсона (χ^2). Бивариантные связи между количественными непрерывными признаками оценивали с помощью корреляционного анализа с расчётом коэффициента Пирсона.

Результаты

Установлена тенденция к увеличению уровня нервно-психического напряжения учащихся с повышением возраста и ступени обучения, о чём свидетельствовали повышение балльной оценки стресса от начального к старшему звену с $67,9 \pm 1,41$ до $84,7 \pm 2,91$ балла ($p < 0,001$) (табл. 1) и увеличение удельного веса учащихся с высоким уровнем стресса в 5,7 раза (табл. 2).

Переживание стресса может провоцировать многочисленные эмоциональные реакции — от лёгкого возбуждения до тревожности, негативных эмоций, гнева, враждебности и агрессивности, снижающих адаптивное функционирование учащихся [16, 17]. Показано, что с увеличением стресса

статистически значимо увеличивалась тревожность учащихся старших классов в повседневной жизни с $16,3 \pm 0,22$ до $20,3 \pm 0,27$ балла ($p < 0,001$), в академической сфере — с $17,1 \pm 0,24$ до $19,7 \pm 0,3$ балла ($p < 0,001$). Соответственно этому доля учащихся с низким уровнем тревожности в старших классах при сравнении с данными учащихся младших классов снизилась в 3,7 раза в повседневной сфере и в 1,5 раза — в академической.

Максимальные значения негативных эмоциональных переживаний регистрировались среди учащихся среднего звена обучения: высокий уровень негативных эмоций определён у каждого четвёртого обследуемого в повседневной жизни (25%) и каждого пятого учащегося — в учебной сфере (22,6%). От младших к старшим классам также отмечено статистически значимое увеличение негативных эмоциональных переживаний учащихся в повседневной жизни с $18,3 \pm 0,27$ до $19,7 \pm 0,46$ балла ($p < 0,001$); в учебной сфере — с $12,4 \pm 0,21$ до $14 \pm 0,48$ балла ($p < 0,001$).

На фоне повышения уровней стресса, тревожности и негативных эмоциональных переживаний у старшеклассников в сравнении с данными учащихся начального звена повышался уровень обиды и негативизма в 1,4 раза, раздражения, враждебности и вербальной агрессии — в 1,3 раза, подозрительности и агрессивности — в 1,2 раза. Так, по сравнению с данными учащихся начального звена число старшеклассников с высоким уровнем раздражения увеличилось с 13,7 до 39,3% ($p < 0,001$), негативизма — с 11 до 29,8% ($p = 0,007$), подозрительности — с 17,1 до 33,3% ($p = 0,001$), вербальной агрессии — с 37 до 73,8% ($p < 0,001$), враждебности с 4,7 до 22,5% ($p = 0,001$) и агрессивности с 16,8 до 30,4% ($p = 0,007$).

Таблица 2 / Table 2

Распределение учащихся обследованных групп в зависимости от уровня выраженности показателей психоэмоционального состояния, %

Distribution of students in the study groups depending on the level of expression of psycho-emotional state indices, %

Показатель Index	Уровень выраженности Level of expression	Группы учащихся / Groups of schoolchildren			Статистические различия Statistical differences
		начальное звено primary school students	среднее звено middle school students	старшее звено high school students	
Стресс Stress	Высокий / High	2.2	5.4	12.6	$\chi^2 = 13.4$ $p = 0.009$
	Средний / Medium	12.2	16.7	21.3	
	Низкий / Low	85.6	78.0	66.1	
Тревожность в повседневной сфере Anxiety in everyday life	Высокий / High	2.5	4.8	10.2	$\chi^2 = 53.6$ $p < 0.001$
	Средний / Medium	29.4	40.5	71.4	
	Низкий / Low	68.1	54.8	18.4	
Тревожность в академической сфере Anxiety in the academic field	Высокий / High	5.9	27.4	7.5	$\chi^2 = 32.4$ $p < 0.001$
	Средний / Medium	37.0	40.5	53.7	
	Низкий / Low	57.1	32.1	38.8	
Негативные эмоциональные переживания в повседневной сфере Adverse emotional experiences in everyday life	Высокий / High	7.6	25.0	16.3	$\chi^2 = 13.4$ $p = 0.009$
	Средний / Medium	48.7	47.6	51.0	
	Низкий / Low	43.7	27.4	32.7	
Негативные эмоциональные переживания в академической сфере Adverse emotional experiences in the academic sphere	Высокий / High	6.7	22.6	12.9	$\chi^2 = 24.4$ $p < 0.001$
	Средний / Medium	29.4	46.4	40.1	
	Низкий / Low	63.9	31.0	46.9	
Физическая агрессия Physical aggression	Высокий / High	15.1	22.9	21.4	$\chi^2 = 5.2$ $p = 0.267$
	Средний / Medium	48.6	34.4	36.9	
	Низкий / Low	36.3	42.7	41.7	
Косвенная агрессия Indirect aggression	Высокий / High	8.9	6.9	11.9	$\chi^2 = 5.4$ $p = 0.256$
	Средний / Medium	73.3	73.3	78.6	
	Низкий / Low	17.8	19.8	9.5	
Раздражение Irritation	Высокий / High	13.7	29.8	39.3	$\chi^2 = 25.5$ $p < 0.001$
	Средний / Medium	59.6	53.4	54.8	
	Низкий / Low	26.7	16.8	6.0	
Негативизм Negativism	Высокий / High	11.0	16.0	29.8	$\chi^2 = 14.1$ $p = 0.007$
	Средний / Medium	47.9	48.9	45.2	
	Низкий / Low	41.1	35.1	25.0	
Обида Resentment	Высокий / High	5.5	16.0	8.3	$\chi^2 = 28.2$ $p < 0.001$
	Средний / Medium	52.1	58.8	78.6	
	Низкий / Low	42.5	25.2	13.1	
Подозрительность Suspicion	Высокий / High	17.1	30.5	33.3	$\chi^2 = 17.6$ $p = 0.001$
	Средний / Medium	60.3	52.7	61.9	
	Низкий / Low	22.6	16.8	4.8	
Вербальная агрессия Verbal aggression	Высокий / High	37.0	44.3	73.8	$\chi^2 = 33.1$ $p < 0.001$
	Средний / Medium	49.3	45.0	25.0	
	Низкий / Low	13.7	10.7	1.2	
Чувство вины Guilt	Высокий / High	19.9	21.4	28.6	$\chi^2 = 3.9$ $p = 0.415$
	Средний / Medium	67.8	61.1	59.5	
	Низкий / Low	12.3	17.6	11.9	
Агрессивность Aggressiveness	Высокий / High	16.8	29.1	30.4	$\chi^2 = 14.1$ $p = 0.007$
	Средний / Medium	68.2	67.4	64.2	
	Низкий / Low	15.0	3.5	5.4	
Враждебность Hostility	Высокий / High	4.7	18.6	22.5	$\chi^2 = 20.0$ $p = 0.001$
	Средний / Medium	67.3	69.8	62.1	
	Низкий / Low	28.0	11.6	15.4	

Таблица 3 / Table 3

Показатели психоэмоционального состояния учащихся обследованных групп по цветовому тесту Люшера**Indices of psycho-emotional state (according to the Lüscher color test) in students of the study groups**

Показатель Index	Группы учащихся / Groups of schoolchildren			p^*	p^{**}	p^{***}
	начальное звено primary school students	среднее звено middle school students	старшее звено high school students			
Вегетативный коэффициент, ед. Vegetative coefficient, units	1.2 ± 0.03	1.1 ± 0.06	1.1 ± 0.03	0.056	< 0.075	0.068
Суммарное отклонение от аутогенной нормы, ед. Total deviation from the autogenous norm, units.	15.8 ± 0.34	16.3 ± 0.24	19.8 ± 0.32	0.230	< 0.001	< 0.001

Анализ психоэмоционального состояния учащихся по цветовому тесту Люшера показал, что вегетативный коэффициент, отражающий энергетическую установку, у учащихся изученных групп практически не различался (табл. 3). При этом выявлена тенденция увеличения к старшим классам доли учащихся с избыточным сковывающим напряжением: среди младшего звена такие учащиеся составляли лишь 13,6%, среди среднего звена — 38,9%, среди старшеклассников — 47,6% ($\chi^2 = 42,8$; $p < 0,001$) (табл. 4).

На этом фоне у старшеклассников по сравнению с учащимися начальных классов выявлено увеличение в 1,3 раза суммарного отклонения от аутогенной нормы — эталонного индикатора психоэмоционального благополучия, который показывает, насколько выбор цветов тестируемого отклоняется от стандартного набора цветопредпочтений, соответствующих состоянию психологического равновесия. Доля обследуемых с высоким уровнем непродуктивной нервно-психической напряжённости возросла с 59,1% в начальном звене до 83,3% в старшем.

Известно, что состояние нервно-психического напряжения имеет специфические физиологические проявления — от повышения частоты сердечных сокращений и дыхательных движений, централизации кровообращения с ростом артериального давления и понижением периферической

температуры тела до формирования мышечного напряжения в определённых группах мышц, которое не позволяет эффективно расслабиться, сохраняя и поддерживая очаг эмоциональной напряжённости [18]. В связи с этим в качестве маркёров стрессовой реакции учащихся обследуемых групп оценивали такие физиологические показатели, как периферическая температура тела, мышечное напряжение, пульс и частота дыхания (табл. 5). Показано, что у старшеклассников в сравнении с учащимися начальных классов была снижена периферическая температура тела в 1,2 раза, увеличена электрическая активность мышц в 1,3 раза и частота сердечных сокращений в 1,2 раза, что свидетельствовало о повышении нервно-психического напряжения учащихся в возрастной динамике.

В рамках доказательной медицины приведены данные корреляционной зависимости физиологических параметров организма учащихся от уровня нервно-психического напряжения. Так, зарегистрирована обратная корреляционная зависимость колебаний периферической температуры тела от показателей стресса ($r = -0,74$; $p < 0,01$), тревожности ($r = -0,55$; $p < 0,05$), вегетативного коэффициента ($r = -0,39$; $p < 0,01$) и суммарного отклонения от аутогенной нормы ($r = -0,41$; $p < 0,01$). Установлена прямая зависимость биоэлектрической активности мышц, частоты сердечных

Таблица 4 / Table 4

Распределение учащихся обследованных групп в зависимости от уровня выраженности показателей психоэмоционального состояния по цветовому тесту Люшера, %**Distribution of students in the study groups depending on the level of expression of psycho-emotional state indicators (according to the Lüscher color test), %**

Показатель Index	Уровень выраженности Level of expression	Группы учащихся / Groups of schoolchildren			Статистические различия Statistical differences
		начальное звено primary school students	среднее звено middle school students	старшее звено high school students	
Вегетативный коэффициент, ед. Vegetative coefficient, units	Физиологическая норма / Physiological norm	50.0	38.9	14.3	$\chi^2 = 42.8$ $p < 0.001$
	Оптимальный вегетативный баланс для реализации всех возможностей человека при стрессовой ситуации Optimal vegetative balance for the realization of all human capabilities in a stressful situation	36.4	22.2	38.1	
	Состояние избыточного сковывающего напряжения State of excessive constricting tension	13.6	38.9	47.6	
Суммарное отклонение от аутогенной нормы, ед. Total deviation from the autogenous norm, units	Состояние, характеризующееся высокой активностью и позитивным настроением на выполнение заданий. Быстрая мобилизация и полная сосредоточенность в стрессовых ситуациях A condition characterized by high activity and a positive attitude towards completing tasks. Rapid mobilization and full concentration in stressful situations	18.2	—	7.1	$\chi^2 = 57.1$ $p < 0.001$
	Физиологическая норма / Physiological norm	22.7	40.4	9.5	
	Высокий уровень непродуктивной нервно-психической напряжённости High level of unproductive neuropsychic tension	59.1	59.6	83.3	

Таблица 5 / Table 5

Физиологические показатели учащихся обследованных групп
Physiological indices in students in the study groups

Показатель Index	Группы учащихся / Groups of schoolchildren			p^*	p^{**}	p^{***}
	начальное звено primary school students	среднее звено middle school students	старшее звено high school students			
Периферическая температура тела, °C Peripheral body temperature, °C	32.9 ± 0.08	32.4 ± 0.10	27.8 ± 0.27	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Электрическая активность мышц, В Electrical activity of muscles, V	2796.8 ± 123.10	2468.3 ± 116.33	3595.9 ± 155.88	0.529	< 0.001	< 0.001
Частота дыхательных движений, раз/мин Respiratory rate, times/min	10.1 ± 0.31	10.4 ± 0.34	10.8 ± 0.58	0.514	0.288	0.552
Частота сердечных сокращений, уд./мин Heart rate, bpm	86.5 ± 0.60	94.0 ± 0.73	99.8 ± 0.81	< 0.001	< 0.001	0.001

Таблица 6 / Table 6

Корреляционная зависимость физиологических параметров от показателей психоэмоционального состояния учащихся обследованных групп (единицы)
Correlation dependence of physiological parameters on indicators of psycho-emotional state in students of the study groups (units)

Показатель Index	Показатели стресса / Stress indicators				
	стресс stress	тревожность anxiety	негативные эмоциональные переживания negative emotional experiences	вегетативный коэффициент vegetative coefficient	суммарное отклонение от аутогенной нормы total deviation from the autogenic norm
Периферическая температура тела, °C Peripheral body temperature, °C	−0.74**	−0.55*	−0.11	−0.39*	−0.41*
Электрическая активность мышц, В Electrical activity of muscles, V	0.68**	0.66**	0.44*	0.34*	0.45*
Частота дыхательных движений, раз/мин Respiratory rate, times/min	0.67**	0.46*	0.35*	0.38*	0.35*
Частота сердечных сокращений, уд./мин Heart rate, bpm	0.71**	0.46*	0.37*	0.34*	0.36*

Примечание. Уровень статистической значимости: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

Note: Level of statistical significance: * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$.

сокращений и частоты дыхательных движений от уровня тревожности ($r = 0,46–0,66$; $p < 0,05$), негативных эмоциональных переживаний ($r = 0,35–0,44$; $p < 0,01$), вегетативного коэффициента ($r = 0,34–0,38$; $p < 0,01$) и суммарного отклонения от аутогенной нормы ($r = 0,35–0,45$; $p < 0,01$) (табл. 6). Установленные корреляционные зависимости изменения частоты пульса и дыхания, температуры тела и мышечной активности от уровня стресса учащихся определяет инструмент коррективы психоэмоционального состояния и стрессоустойчивости обследуемых.

В целях коррекции психофизиологического состояния учащихся были обучены технологии функционального биоуправления с использованием диафрагмально-релаксационного дыхания преимущественно за счёт движения диафрагмы и нижних межрёберных мышц. В результате освоения всеми учащимися навыка диафрагмального дыхания у них снизилось мышечное напряжение в 1,5 раза (с $5183,7 \pm 497,66$ до $3459,2 \pm 395,82$ В; $p < 0,001$), пульса – в 1,3 раза (с $104,1 \pm 10,12$ до $78,4 \pm 7,67$ уд./мин; $p < 0,001$), частоты дыхания – в 1,2 раза (с $10,7 \pm 0,56$ до $8,6 \pm 0,64$ раз/мин; $p < 0,001$), что на фоне увеличения периферической температуры тела с $26,1 \pm 0,48$ до $27,7 \pm 0,59$ °C ($p < 0,001$) свидетельствовало о снижении психоэмоционального напряжения.

Стабилизация физиологических параметров организма учащихся сопровождалась снижением уровня тревожности в повседневной жизни с $22,6 \pm 1,11$ до $19 \pm 1,16$ балла

($p < 0,001$), в академической сфере – с $24,1 \pm 0,78$ до $18,3 \pm 0,77$ балла ($p < 0,001$). Соответственно этому число учащихся с высокой тревожностью в повседневной жизни снизилось в 2 раза, а в учебной – в 1,4 раза (рис. 1).

Установлено незначительное снижение уровня негативных эмоциональных переживаний у учащихся в повседневной жизни с $17,1 \pm 0,93$ до $16,1 \pm 0,9$ балла ($p = 0,444$) и статистически значимое его снижение в учебной деятельности с $10,7 \pm 0,56$ до $8,4 \pm 0,47$ балла ($p = 0,003$), в связи с чем удельный вес обследуемых с высоким уровнем негативных эмоциональных переживаний в учебной деятельности снизился с 54,5 до 45,5% (рис. 2).

Показано, что в результате освоения навыка диафрагмального дыхания вегетативный коэффициент учащихся увеличился с $0,9 \pm 0,05$ до $1,2 \pm 0,12$ ед. ($p < 0,001$), при этом число обследуемых в состоянии истощённости, свидетельствующем о хроническом переутомлении и неготовности к мобилизации и адекватным действиям в стрессовых ситуациях, снизилось в 13,3 раза (с 33,3 до 2,5%), а доля учащихся, состояние которых соответствовало физиологической норме, напротив, увеличилась в 2,6 раза (с 22,2 до 57%) (рис. 3).

Показатель суммарного отклонения от аутогенной нормы у учащихся снизился с $18,8 \pm 0,79$ до $17,8 \pm 0,89$ ед. ($p < 0,001$), причём после формирования навыка диафрагмального дыхания число учащихся с высоким уровнем нервно-психического напряжения снизилось в 1,5 раза (с 72,2 до 48%) (рис. 4).



Рис. 1. Распределение учащихся по уровню выраженности тревожности (%).

Fig. 1. Distribution of students by level of anxiety (%).

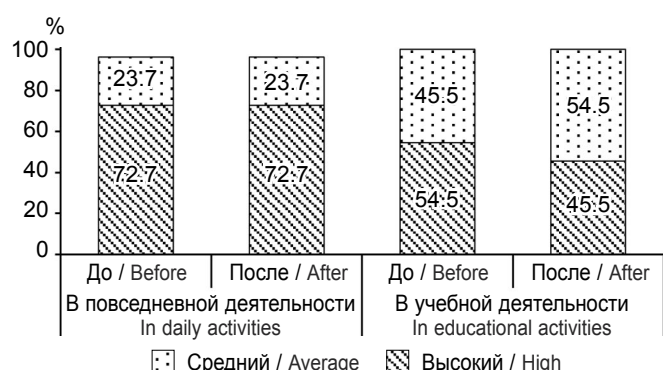


Рис. 2. Распределение учащихся по уровню выраженности негативных эмоциональных переживаний (%).

Fig. 2. Distribution of students by the level of expression of adverse emotional experiences (%).

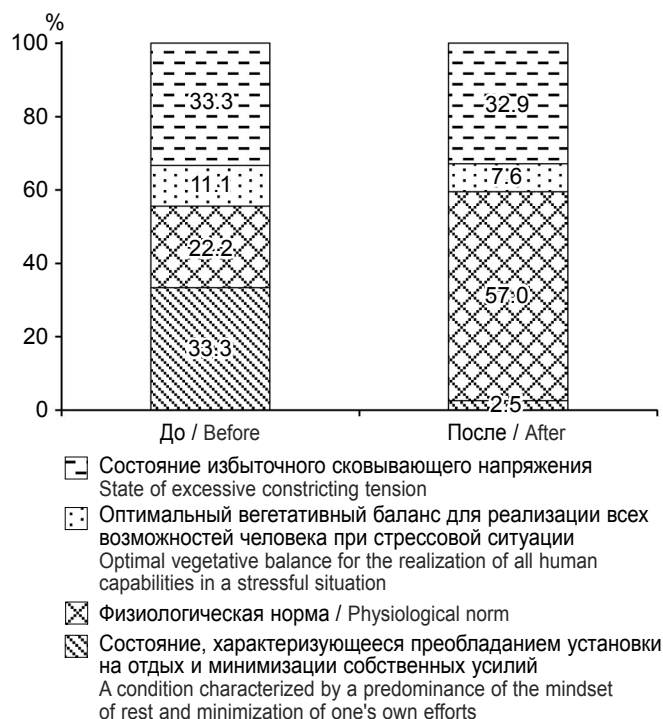


Рис. 3. Распределение учащихся в зависимости от соответствия норме вегетативного коэффициента (%).

Fig. 3. Distribution of students depending on compliance with the vegetative coefficient norm (%).

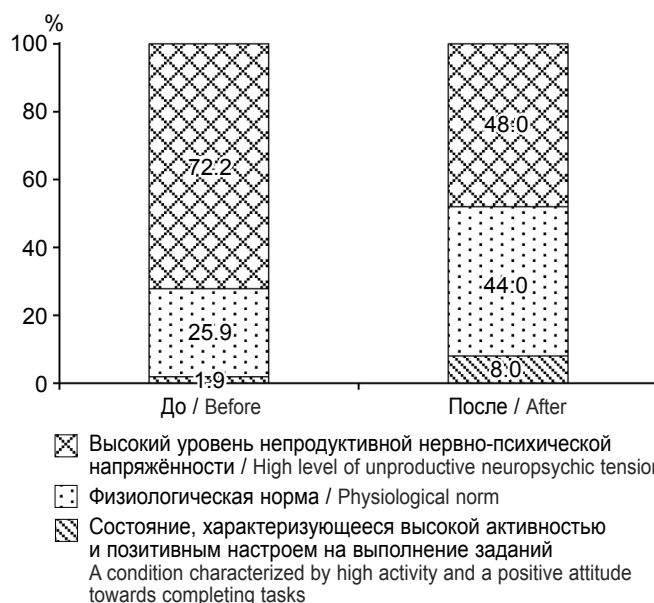


Рис. 4. Распределение учащихся в зависимости от соответствия суммарного отклонения аутогенной норме (%).

Fig. 4. Distribution of students depending on the compliance of the total deviation with the autogenic norm (%).

Обсуждение

Стресс, согласно универсальному определению, является физиологической и психологической реакцией на воспринимаемую угрозу и включает в себя адаптивные реакции организма, направленные на мобилизацию ресурсов для преодоления требований ситуации [15]. Стресс может проявляться как сложное взаимодействие физических, эмоциональных и поведенческих изменений, а его интенсивность варьируется в зависимости от индивидуальных особенностей и механизмов преодоления трудностей [19]. Умеренные уровни стресса (эустресс) могут быть полезными, повышая работоспособность, мотивацию и восприимчивость к среде обитания [19]. И в то же время чрезмерный стресс (дистресс) может повышать риск развития тревожности, агрессии, депрессии [16, 17, 20]. Длительное воздействие стресса признано триггером физических симптомов, таких как учащённый пульс, повышенное артериальное давление и нарушение обмена веществ [18]. При отсутствии коррекции эти симптомы ускоряют риск развития и прогрессирования болезней системы кровообращения, диабета и психосоматических патологий [18, 21].

Полученные данные настоящего исследования согласуются с результатами ранее выполненных работ, о чём свидетельствовало увеличение у учащихся на фоне возрастающего психоэмоционального напряжения тревожности, негативных эмоциональных переживаний, агрессивности и враждебности, а также повышение удельного веса числа учащихся с высоким уровнем избыточного сжимающего и непродуктивного нервно-психического напряжения. В сочетании с нарастанием субъективной эмоциональной напряжённости регистрировались объективные физиологические изменения периферической температуры тела, электрической активности мышц, частоты сердечных сокращений, отражающие повышение тонуса симпатической вегетативной нервной системы в ответ на стресс. Данные корреляционного анализа позволили подтвердить зависимость физиологических маркёров от выраженности психоэмоционального напряжения учащихся.

Технология функционального биоуправления методом диафрагмально-релаксационного дыхания доказала свою эффективность в снижении уровня психоэмоционального

напряжения, на что указывали нормализация физиологических маркёров стресса, снижение тревожности и негативных эмоциональных переживаний, формирование оптимального вегетативного баланса для реализации всех возможностей при стрессовой ситуации и состояние психофизиологического благополучия у каждого второго учащегося после освоения навыка диафрагмального дыхания. В отличие от других методов коррекции психофизиологического состояния функциональное биоуправление позволяет объективно контролировать правильность формирования навыка диафрагмального дыхания на основе принципа биологической обратной связи по физиологическим показателям пульса, дыхания, периферической температуры тела и мышечного напряжения. Методика неинвазивна, исключает использование лекарственных препаратов, не требует медицинского лицензирования и может применяться специалистами, не имеющими медицинского образования, что обеспечивает доступность её использования в общеобразовательных организациях.

Представленные данные подчёркивают необходимость применения комплексного подхода к донозологической диагностики, основанной на сочетании психодиагностических и психофизиологических методов, и коррекции психоэмоционального состояния с использованием метода функционального биоуправления.

Ограничением данного исследования является выборка учащихся общеобразовательных организаций Оренбурга, определяющая неполноту возможность экстраполяции полученных результатов на популяцию детей и подростков из других регионов России. Кроме того, использование диафрагмально-релаксационного дыхания в качестве метода коррекции психоэмоционального состояния может ограничивать возможность переноса полученных данных на другие исследо-

вания, в которых использовались электромиографические, электроэнцефалографические, температурные тренинги или их комбинации.

Заключение

1. Установлено, что с увеличением уровня нервно-психического напряжения в 1,3 раза у учащихся от начального к старшему звену регистрировалось повышение тревожности в 1,2 раза в повседневной и учебной сферах, враждебности в 1,3 раза и агрессивности в 1,2 раза. Увеличивался удельный вес числа учащихся с высоким уровнем непродуктивного нервно-психического напряжения в 1,4 раза и с состоянием избыточного сковывающего напряжения в 3,5 раза на фоне снижения периферической температуры тела в 1,2 раза, увеличения мышечного напряжения в 1,3 раза и частоты пульса в 1,2 раза.

2. Показано, что использование технологии функционального биоуправления методом диафрагмального дыхания способствовало снижению тревожности на 15,9% в повседневной жизни, на 24,1% в академической сфере и негативных эмоциональных переживаний в учебной деятельности на 21,5%, нормализации физиологических маркёров стресса, формированию оптимального вегетативного баланса для реализации всех возможностей при стрессовой ситуации и достижению состояния психофизиологического благополучия каждым вторым учащимся после освоения навыка диафрагмального дыхания.

3. Доказана эффективность применения методов донозологической диагностики и коррекции стресса как экологического фактора среды обитания, что позволяет рекомендовать их для внедрения и использования в общеобразовательных организациях.

Литература

(п.п. 7–14, 16–21 см. References)

1. Казымова Г.С. Факторы, вызывающие стресс у школьников и методы его устранения. *International Journal of Medicine and Psychology*. 2023; 6(8): 188–91. <https://elibrary.ru/burdrk>
2. Кочетова Ю.Ю., Старчикова М.В., Бендрикова А.Ю., Репкина Т.В. Оценка значимости факторов стресса, нерационального питания и низкой физической активности для здоровья школьников. *Science for Education Today*. 2020; 10(5): 211–25. <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2005.12> <https://elibrary.ru/udmkol>
3. Сетко Н.П., Жданова О.М., Лукьянов С.Э., Мокеева М.М., Бейлина Е.Б., Закурдаева Е.А. и др. К вопросу формирования тревожности среди учащихся начального звена и её профилактики в условиях современного образовательного процесса. *Оренбургский медицинский вестник*. 2024; 12(1): 56–62. <https://elibrary.ru/fnzexz>
4. Сетко А.Г., Терехова Е.А., Жданова О.М., Лукьянов В.П. Особенности социально-психологической адаптации учащихся различных типов общеобразовательных учреждений. *Оренбургский медицинский вестник*. 2021; 9(1): 66–70. <https://elibrary.ru/wxmdqo>
5. Штина И.Е., Зенина М.Т., Валина С.Л., Устинова О.Ю., Лузешский К.П. Особенности тиреоидного статуса у учащихся с различной напряжённостью образовательного процесса. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2018; 26(9): 33–8. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-306-9-33-38> <https://elibrary.ru/vagmza>
6. Барг А.О., Кобякова О.А., Лебедева-Несевря Н.А. Оценка связи тревожности и заболеваемости у учащихся среднего и старшего возраста. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(8): 829–33. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-829-833> <https://elibrary.ru/ehgywd>
15. Куприянов Р.В., Кузьмина Ю.М. *Психодиагностика стресса: практикум*. Казань; 2012.

References

1. Kazymova G.S. Stress in schoolchildren and methods of its elimination. *International Journal of Medicine and Psychology*. 2023; 6(8): 188–91. <https://elibrary.ru/burdrk> (in Russian)
2. Kochetova Yu.Y., Starchikova M.V., Bendrikova A.Y., Repkina T.V. Evaluating the impact of stress factors, inadequate nutrition and low physical activity on schoolchildren's health. *Science for Education Today*. 2020; 10(5): 211–25. <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2005.12> <https://elibrary.ru/udmkol> (in Russian)
3. Setko N.P., Zhdanova O.M., Lukyanov S.E., Mokeeva M.M., Beilina E.B., Zakurdaeva E.A., et al. On the issue of the formation of anxiety and its prevention in the conditions of the modern educational process. *Orenburgskii meditsinskii vestnik*. 2024; 12(1): 56–62. <https://elibrary.ru/fnzexz> (in Russian)
4. Setko A.G., Terehova E.A., Zhdanova O.M., Lukyanov V.P. Peculiarities of social and psychological adaptation of students of different types of educational institutions. *Orenburgskii meditsinskii vestnik*. 2021; 9(1): 66–70. <https://elibrary.ru/wxmdqo> (in Russian)
5. Shtina I.E., Zenina M.T., Valina S.L., Ustinova O.Yu., Luzhetskii K.P. Peculiarities of thyroid status among students with different intensity of the educational process. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2018; 26(9): 33–8. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-306-9-33-38> <https://elibrary.ru/vagmza> (in Russian)
6. Barg A.O., Kobjakova O.A., Lebedeva-Nesevrja N.A. Assessing a relation between anxiety at school and morbidity among middle and high school children. *Gigiena i Sanitariia (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(8): 829–33. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-829-833> <https://elibrary.ru/ehgywd> (in Russian)
7. Quattlebaum M., Kipp C., Wilson D.K., Sweeney A., Loncar H., Brown A., et al. A qualitative study of stress and coping to inform the LEADS Health Promotion Trial for african american adolescents with overweight and obesity. *Nutrients*. 2021; 13(7): 2247. <https://doi.org/10.3390/nu13072247>
8. Nagabharana T.K., Joseph S., Rizwana A., Krishna M., Barker M., Fall C., et al. What stresses adolescents? A qualitative study on perceptions of stress, stressors and coping mechanisms among urban adolescents in India. *Wellcome Open Res*. 2021; 6: 106. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.16818.1>
9. Leonard N.R., Gwadz M.V., Ritchie A., Linick J.L., Cleland C.M., Elliott L., et al. A multi-method exploratory study of stress, coping, and substance use among high school youth in private schools. *Front. Psychol*. 2015; 6: 1028. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01028>
10. Hörbo M., Johansson C., Garnow T., Garmy P., Einberg E.L. Experiences of stress – a focus group interview study among Swedish adolescents during the COVID-19 pandemic. *J. Sch. Nurs*. 2023; 39(2): 189–97. <https://doi.org/10.1177/10598405211071002>

11. Hosseinkhani Z., Nedjat S., Hassanabadi H.R., Parsaeian M. Academic stress from the viewpoint of Iranian adolescents: A qualitative study. *J. Educ. Health Promot.* 2019; 8: 13. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_202_18
12. Låftman S.B., Almquist Y.B., Östberg V. Students' accounts of school-performance stress: a qualitative analysis of a high-achieving setting in Stockholm, Sweden. *J. Youth Stud.* 2013; 16(7): 932–49. <https://doi.org/10.1080/13676261.2013.780126>
13. Koss K.J., Gunnar M.R. Annual research review: early adversity, the hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis, and child psychopathology. *J. Child Psychol. Psychiatry.* 2018; 59(4): 327–46. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12784>
14. Compas B.E., Jaser S.S., Bettis A.H., Watson K.H., Gruhn M.A., Dunbar J.P., et al. Coping, emotion regulation, and psychopathology in childhood and adolescence: A meta-analysis and narrative review. *Psychol. Bull.* 2017; 143(9): 939–91. <https://doi.org/10.1037/bul0000110>
15. Kupriyanov R.V., Kuz'mina Yu.M. *Psychodiagnostics of Stress: A Practical Course. [Psikhodiagnostika stressa: praktikum].* Kazan'; 2012. (in Russian)
16. Romeo R.D. The impact of stress on the structure of the adolescent brain: implications for adolescent mental health. *Brain Res.* 2017; 1654: 185–91. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.03.021>
17. Low N.C.P., Dugas E., O'Loughlin E., Rodriguez D., Contreras G., Chaiton M., et al. Common stressful life events and difficulties are associated with mental health symptoms and substance use in young adolescents. *BMC Psychiatry.* 2012; 12(1): 1–10. <https://doi.org/10.1186/1471-244X-12-116>
18. O'Connor D.B., Thayer J.F., Vedhara K. Stress and health: A review of psychobiological processes. *Annu. Rev. Psychol.* 2021; 72: 663–88. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-062520-122331>
19. Li H., Arimi F.M.L., Mahadir A., Xie M., He Z.L. The prevalence and its associated factors of psychological stress among middle school students in China: pooled evidence from a systematic scoping review. *Front. Public Health.* 2024; 12: 1358210. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1358210>
20. Pascoe M.C., Hetrick S.E., Parker A.G. The impact of stress on students in secondary school and higher education. *Int. J. Adolesc. Youth.* 2020; 25(1): 104–12. <https://doi.org/10.1080/02673843.2019.1596823>
21. Lagraauw H.M., Kuiper J., Bot I. Acute and chronic psychological stress as risk factors for cardiovascular disease: insights gained from epidemiological, clinical and experimental studies. *Brain Behav. Immun.* 2015; 50: 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.08.007>

Сведения об авторах

Сетко Нина Павловна, доктор мед. наук, профессор, зав. каф. профилактической медицины ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России, 460000, Оренбург, Россия. E-mail: K_epidem.fpdo@orgma.ru

Жданова Олеся Михайловна, ассистент каф. профилактической медицины ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России, 460000, Оренбург, Россия. E-mail: Robokors@yandex.ru

Сетко Андрей Геннадьевич, доктор мед. наук, профессор, зав. отд. гигиены питания ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Москва, Россия. E-mail: a_isetko@mail.ru

Лукьянов Сергей Эдуардович, аспирант каф. профилактической медицины ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России, 460000, Оренбург, Россия. E-mail: c_luk_10@mail.ru

Information about the authors

Nina P. Setko, DSc (Medicine), Professor, Head of the Department of Preventive Medicine Orenburg State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 460000, Orenburg, 460000, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8073-0614> E-mail: K_epidem.fpdo@orgma.ru

Andrey G. Setko, MD, PhD, DSci., Professor, Head of the Department of Food Hygiene of the Federal Scientific Center for Hygiene named after F.F. Erisman, Mytishchi, 141014, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9724-8672> E-mail: a_isetko@mail.ru

Olesya M. Zhdanova, Assistant at the Department of Preventive Medicine Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674> E-mail: Robokors@yandex.ru

Sergey E. Lukyanov, postgraduate student of the Department of Preventive Medicine of the Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-3369-2886> E-mail: c_luk_10@mail.ru