

Сетко Н.П., Булычева Е.В., Жданова О.М.

## Функциональное состояние основных систем организма учащихся, задействованных в учебном процессе, в условиях современного медицинского обеспечения

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 460000, Оренбург

**Введение.** Современное медицинское обеспечение обучающихся не всегда включает все необходимые составляющие, позволяющие проводить качественный мониторинг здоровья учащихся и в первую очередь функциональных систем организма, задействованных в учебном процессе.

**Цель исследования** – определить функциональное состояние основных систем организма учащихся, задействованных в учебном процессе, в условиях современного медицинского обеспечения.

**Материал и методы.** Исследование проведено среди 300 учащихся общеобразовательной школы г. Оренбурга. Функциональное состояние вегетативной нервной системы оценено методом вариационной пульсометрии на аппаратно-программном комплексе ORTO-expert; центральной нервной системы – методом вариационной хронорефлексометрии; дыхательной системы – с помощью спирографии. Полученные результаты были подвергнуты статистическому анализу с помощью параметрических методов. Расчёты осуществлены с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Office 2010» и «Статистика».

**Результаты.** Показано, что от начального к старшему звену увеличивалась до 2,5 раза рассогласованность внутрисистемных взаимодействий вегетативной нервной системы и снижалась в 2 раза количество учащихся с удовлетворительным уровнем биологической адаптации. На фоне увеличения у учащихся от начального к старшему звену до 1,4 раза функциональных показателей центральной нервной системы определено снижение до 6 раз показателей, отражающих функциональное состояние дыхательной системы, что обусловлено в том числе, вероятно, и вегетативными нарушениями в её регуляции.

**Заключение.** Полученные результаты требуют необходимости включения в скрининговое исследование современной модели медицинского обеспечения в образовательных организациях методик по оценке вегетативного статуса, функционального состояния дыхательной и центральной нервной систем для разработки и внедрения эффективных персонализированных профилактических мероприятий.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** учащиеся; функциональное состояние организма; учебный процесс.

**Для цитирования:** Сетко Н.П., Булычева Е.В., Жданова О.М. Функциональное состояние основных систем организма учащихся, задействованных в учебном процессе, в условиях современного медицинского обеспечения. Гигиена и санитария. 2020; 99 (7): 738-744. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-7-738-744>

**Для корреспонденции:** Жданова Олеся Михайловна, ординатор кафедры профилактической медицины; ФГБОУ ВО ОрГМУ МЗ РФ, 460000, Оренбург. E-mail: [Robokors@yandex.ru](mailto:Robokors@yandex.ru)

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования – Сетко Н.П., Булычева Е.В.; сбор и обработка материала – Жданова О.М.; статистическая обработка – Жданова О.М.; написание текста – Булычева Е.В., Жданова О.М.; редактирование – Сетко Н.П., Булычева Е.В.

Поступила 14.04.2020

Принята к печати 19.06.2020

Опубликована 28.08.2020

Nina P. Setko, Ekaterina V. Bulychева, Olesya M. Zhdanova

## Functional state of the main body systems of students involved in the educational process in the conditions of modern medical support

Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation

**Introduction.** Modern medical support for students does not always include all the necessary components providing high-quality monitoring of the health of students and, above all, the functional systems of the body involved in the educational process.

**The aim of the study** was to determine the functional state of the main body systems of students involved in the educational process in the conditions of modern medical care.

**Material and methods.** Among 300 students of the Orenburg secondary school, the functional state of the vegetative nervous system was studied with variation pulsometry method on the ORTO-expert hardware-software complex; central nervous system - with the variation chronoreflexometry method; respiratory system using spirography.

**Results.** The imbalance in the intrasystemic interactions of the autonomic nervous system was shown to increase by 2.5 times from the initial to the senior level, and the number of students with a satisfactory level of biological adaptation decreased by 2 times. Against the background of an increase in students from primary to senior level by up to 1.4 times the functional indices of the central nervous system, a decrease by to 6 times of indices reflecting the functional state of the respiratory system is determined, which is caused, including, probably, by vegetative disturbances in its regulation

**Conclusion.** The obtained results need including in the screening research a modern model of medical support for methods for assessing the vegetative status, functional state of the respiratory, and central nervous systems to develop and implement the effective personalized preventive measures in medical institutions.

**Key words:** students, the functional state of the body, the learning process.

**For citation:** Setko N.P., Bulycheva E.V., Zhdanova O.M. Functional state of the main body systems of students involved in the educational process in the conditions of modern medical support. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (7): 738-744. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-7-738-744> (In Russian)

**For correspondence:** Olesya M. Zhdanova, MD, ordinator of the department of preventive medicine Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation. E-mail: [Robokors@yandex.ru](mailto:Robokors@yandex.ru)

**Information about the authors:**

Setko N.P., <https://orcid.org/0000-0001-6698-2164>; Bulycheva E.V., <https://orcid.org/0000-0002-2915-2046>; Zhdanova O.M., <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674>

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

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

**Contribution:** Setko N.P. – concept and design of the study, editing. Bulycheva E.V. – concept and design of the study, writing the text, editing. Zhdanova O.M. – collection and treatment material, writing the text. All co-authors – approval of the final version of the manuscript, responsibility for the integrity of all parts of the manuscript.

Received: April 14, 2020

Accepted: June 19, 2020

Published: August 28, 2020

## Введение

Состояние здоровья детей и подростков школьного возраста вызывает особую тревогу [1]. Актуальным является наличие возможности как у медицинских работников, так и у государства, педагогического и родительского сообщества контролировать и иметь оперативную информацию о росте и развитии и связанных с ними состоянием здоровья учащихся на фоне высоких учебных нагрузок [1, 2]. В условиях современного медицинского обеспечения обучающихся на базе образовательных организаций появляется новая возможность, позволяющая проводить качественный мониторинг здоровья учащихся и в первую очередь функциональных систем организма, задействованных в учебном процессе [1–3]. Получение данных об особенностях изменения показателей функционального состояния организма школьников позволит усовершенствовать имеющиеся профилактические мероприятия в общеобразовательных учреждениях для реализации персонализированных подходов к здоровьесбережению учащихся.

Цель исследования – определить функциональное состояние основных систем организма учащихся, задействованных в учебном процессе, в условиях современного медицинского обеспечения.

## Материал и методы

Исследование проведено среди 100 учащихся начальных классов, 100 учащихся среднего звена, 100 учащихся старшего звена обучения общеобразовательной школы г. Оренбурга с соблюдением этических принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Форталеза, 2013).

Критерии включения: учащиеся, обучающиеся в общеобразовательном учреждении с 1-го класса и не переводившиеся из других общеобразовательных учреждений; учащиеся 1–2-й групп здоровья и с нормосомией. Критерии исключения: учащиеся, перенесшие за две недели до обследования острые заболевания.

Функциональное состояние вегетативной нервной системы оценено по показателям variability сердечного ритма – медиане ( $M$ ), моде ( $Mo$ ), амплитуде моды ( $AMo$ ), вариационного размаха ( $\Delta X$ ), среднего квадратичного отклонения динамического ряда ( $SDNN$ ), квадратного корня из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов ( $RMSSD$ ); спектрального анализа и волновой структуры синусового ритма – высоко- ( $HF$ ), низко- ( $LF$ ) и очень низкочастотных ( $VLFF$ ) колебаний; полученные методом вариационной пульсометрии на аппаратно-программ-

ном комплексе ORTO-expert [4] и расчётом интегральных показателей: индекса напряжения регуляторных систем (ИН), индекса вегетативного равновесия (ИВР), вегетативного показателя ритма сердца (ВПР), показателя адекватности процессов регуляции сердечного ритма (ПАПР). Функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) исследовано с помощью вариационной хронорефлексографии по методике М.П. Мороз (2003) по показателям функционального уровня нервной системы (ФУС), устойчивости нервной реакции (УР), уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ) [5]. Функциональное состояние дыхательной системы исследовано по показателям вентиляции лёгких с помощью спирографа микропроцессорного портативного СМП-21/01 «Р-Д» с определением объёма форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>), пиковой объёмной скорости (ПОС), мгновенной объёмной скорости в момент выдоха 25% ( $МОС_{25}$ ), мгновенной объёмной скорости в момент выдоха 50% ( $МОС_{50}$ ), мгновенной объёмной скорости в момент выдоха 75% ( $МОС_{75}$ ), средней объёмной скорости в момент выдоха 25–75% ( $СОС_{25-75}$ ).

Для выявления статистически значимых различий в сравниваемых группах был использован параметрический критерий Стьюдента с последующим расчётом достоверности ( $p$ ). Расчёты осуществлены с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Office 2010» и «Статистика».

## Результаты

При анализе структуры исходного вегетативного тонуса было установлено, что среди исследуемых групп учащихся ведущим типом исходного вегетативного тонуса являлась симпатикотония, которая выявлена у 43,6% учащихся начального звена, у 47,6% учащихся среднего звена и у 37,8% учащихся старшего звена (рис. 1).

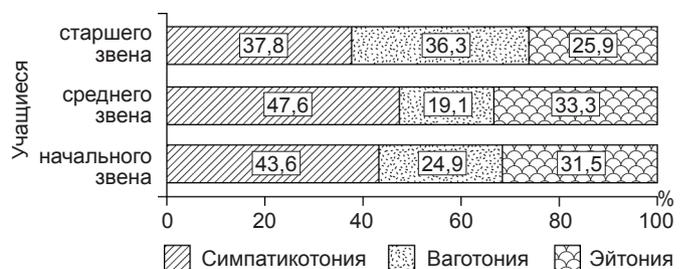


Рис. 1. Распределение учащихся в зависимости от исходного вегетативного тонуса.

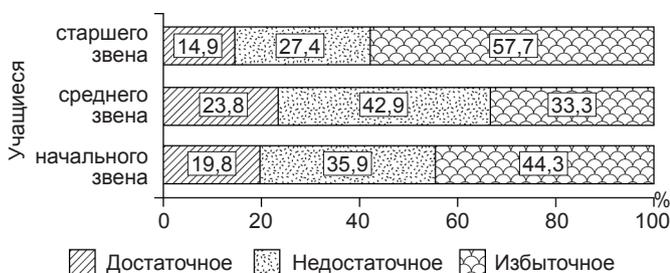


Рис. 2. Распределение учащихся в зависимости от типа вегетативного обеспечения.

44,3% учащихся начального звена и 57,7% учащихся старшего звена имели избыточное вегетативное обеспечение, а 42,9% учащихся среднего звена – недостаточное вегетативное обеспечение (рис. 2). Вероятно, это обусловлено тем, что 28,6% учащихся среднего звена имели очень высокое напряжение систем регуляции за счёт одновременного снижения тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы и централизации регуляции, тогда как учащиеся с таким типом напряжения регуляторных систем среди обследованных начального звена не выявлено, среди обследованных старшего звена – лишь 9,4% (табл. 1).

Дополнительно каждый четвёртый (25,7%) учащийся старшего звена имел значительное напряжение систем регуляции за счёт значительного рассогласования влияний симпатического и парасимпатического отделов ВНС и превышал в 6,7 раза число учащихся начального звена обучения и в 5,4 раза число учащихся среднего звена.

Показано, что у учащихся старшего звена в сравнении с данными учащихся начального звена обучения увеличи-

вались показатели, отражающие активность парасимпатической нервной системы, что подтверждалось достоверным увеличением вариационного размаха ( $\Delta X$ ) с  $0,267 \pm 0,0264$  до  $0,332 \pm 0,0344$  с. ( $p \leq 0,05$ ), квадратного корня из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов ( $RMSSD$ ) с  $0,058 \pm 0,0107$  до  $0,077 \pm 0,0121$  с. ( $p \leq 0,05$ ), парасимпатических волн ( $HF$ ) с  $1415,4 \pm 481,69$  до  $2456,9 \pm 611,13$   $ms^2$  ( $p \leq 0,05$ ); и увеличение показателей симпатического тонуса вегетативной нервной системы, о чём свидетельствовало достоверное увеличение симпатических волн ( $VLF$ ) с  $2131,6 \pm 423,81$  до  $5094,4 \pm 1091,90$   $ms^2$  ( $p \leq 0,05$ ) (табл. 2).

Выявлено увеличение устойчивости нервной реакции в 1,4 раза с  $0,64 \pm 0,151$  до  $0,89 \pm 0,144$  мс ( $p \leq 0,05$ ), функционального уровня центральной нервной системы в 1,3 раза с  $1,85 \pm 0,045$  до  $2,35 \pm 0,044$  мс ( $p \leq 0,05$ ) и уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы в 1,4 раза с  $1,53 \pm 0,156$  до  $2,1 \pm 0,161$  мс ( $p \leq 0,05$ ) у учащихся старшего звена по сравнению с данными учащихся среднего и начального звена (табл. 3). Помимо этого, установлено, что среди учащихся старших классов, обследуемых с нормальной работоспособностью, было больше в 2,1 раза, чем среди учащихся начального звена, и в 1,2 раза, чем среди учащихся среднего звена (рис. 3).

Установлено, что среди учащихся старшего звена по сравнению с данными учащихся начального звена уменьшилось в 2,1 раза число обследуемых с удовлетворительным уровнем адаптации, в то время как удельный вес учащихся с неудовлетворительной адаптацией увеличился в 2,9 раза, а со срывом адаптации соответственно в 1,3 раза (рис. 4).

На фоне увеличения показателей функционального состояния дыхательной системы у обследованных от начального к старшему звену в 1,4 раза по показателю  $MOC_{25}$ ;

Таблица 1

Распределение учащихся в зависимости от типа состояния регулятивных систем организма (%)

Показатель	Учащиеся		
	начального звена 7–11 лет	среднего звена 12–15 лет	старшего звена 16–17 лет
Нормальное состояние систем регуляции	11,6	19,0	1,5
Регуляция с увеличенным влиянием парасимпатического отдела ВНС	8,9	4,8	8,2
Регуляция с увеличенным влиянием симпатического отдела ВНС	18,2	4,8	18,4
Напряжение систем регуляции за счёт значительно увеличенного влияния парасимпатического отдела ВНС	6,6	4,8	2,2
Напряжение систем регуляции за счёт значительно увеличенного влияния симпатического отдела ВНС	–	–	10,8
Напряжение систем регуляции за счёт рассогласования влияний симпатического и парасимпатического отделов ВНС	41,4	33,3	27,3
Высокое напряжение систем регуляции за счёт чрезмерно увеличенного влияния парасимпатического отдела ВНС	–	–	5,9
Высокое напряжение систем регуляции за счёт значительного рассогласования влияний симпатического и парасимпатического отделов	–	–	–
Значительное напряжение систем регуляции за счёт значительного рассогласования влияний симпатического и парасимпатического отделов	3,8	4,8	25,7
Очень высокое напряжение систем регуляции за счёт одновременного снижения тонуса симпатического и парасимпатического отделов ВНС и централизации регуляции	9,4	28,6	–

Таблица 2

## Показатели вариабельности сердечного ритма у учащихся исследуемых групп

Показатель	Учащиеся		
	начального звена 7–11 лет	среднего звена 12–15 лет	старшего звена 16–17 лет
Медиана ( $M$ , с.)	0,67 ± 0,022	0,66 ± 0,014	0,71 ± 0,021*, **
Мода ( $Mo$ , с.)	0,64 ± 0,018	0,65 ± 0,013	0,70 ± 0,025*, **
Амплитуда моды ( $AMo$ , %)	41,9 ± 4,08	44,4 ± 2,89	37,8 ± 6,38
Вариационный размах ( $\Delta X$ , с.)	0,267 ± 0,0264	0,269 ± 0,0292	0,332 ± 0,0344*, **
Среднее квадратическое отклонение ( $SDNN$ , с.)	0,059 ± 0,0312	0,057 ± 0,0080	0,076 ± 0,0446
Квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов ( $RMSSD$ , с.)	0,058 ± 0,0107	0,056 ± 0,0123*	0,077 ± 0,0121*, **
Ультранизкочастотные колебания сердечного ритма ( $VLF$ , $mc^2$ )	2131,6 ± 423,81	2202,8 ± 321,62*	5094,4 ± 1091,90*, **
Низкочастотные колебания сердечного ритма ( $LF$ , $mc^2$ )	2216,2 ± 549,44	1976,9 ± 434,28*	3684,1 ± 667,31*, **
Высокочастотные колебания сердечного ритма ( $HF$ , $mc^2$ )	1415,4 ± 481,69	1523,8 ± 587,96**	2456,9 ± 611,13*, **
Индекс вегетативного равновесия (ИВР, ед.)	288,8 ± 55,66	206,2 ± 24,48	188,9 ± 40,61
Вегетативный показатель ритма (ВПР, ед.)	7,3 ± 0,98	6,8 ± 0,61	6,1 ± 0,78
Показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР, ед.)	66,4 ± 7,20	69,3 ± 5,41	55,9 ± 5,58
Индекс напряжения (ИН, ед.)	72,2 ± 18,13	66,2 ± 7,42	64,01 ± 7,37

Примечание. Здесь и в табл. 3, 4: \* –  $p \leq 0,05$  при сравнении данных учащихся с данными 1-х классов; \*\* –  $p \leq 0,05$  при сравнении данных учащихся с данными классов предыдущего года обучения.

Таблица 3

## Показатели функционального состояния центральной нервной системы у обследуемых учащихся

Показатель	Учащиеся		
	начального звена 7–11 лет	среднего звена 12–15 лет	старшего звена 16–17 лет
Функциональный уровень нервной системы (ФУС, ед.)	1,85 ± 0,045	2,10 ± 0,051*	2,35 ± 0,044*, **
Устойчивость нервной реакции (УР, ед.)	0,64 ± 0,151	0,80 ± 0,137	0,89 ± 0,144*
Уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ, ед.)	1,53 ± 0,156	1,81 ± 0,151*	2,1 ± 0,161*, **

в 1,5 раза по показателю ПОС и  $CO_{25-75}$ ; в 1,6 раза по показателю  $MO_{50}$  и  $MO_{75}$ ; и в 1,7 раза по показателю  $OFB_1$ , отмечены сниженные темпы роста и развития бронхиально-го дерева (табл. 4).

Это подтверждалось тем фактом, что среди старшеклассников по сравнению с данными учащихся младших

классов отмечено увеличение в 6 раз учащихся с существенно сниженным ПОС; в 4,9 раза учащихся с существенно сниженным  $MO_{25}$ ; в 3,6 раза учащихся с существенно сниженным  $MO_{50}$ ; в 2,8 раза обследуемых, имеющих сниженный  $CO_{25-75}$ , и в 1,2 раза учащихся со сниженным  $MO_{75}$  (табл. 5).



Рис. 3. Распределение учащихся в зависимости от уровня умственной работоспособности.

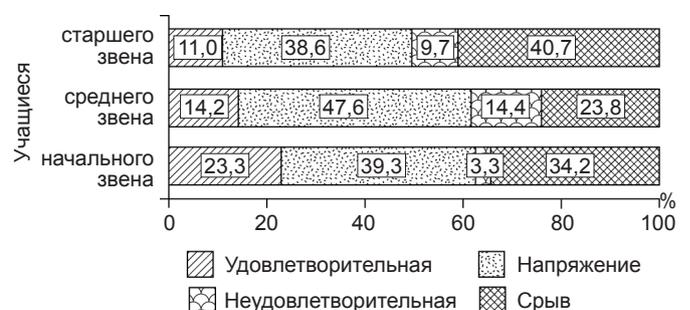


Рис. 4. Распределение учащихся в зависимости от уровня биологической адаптации.

Таблица 4

## Показатели функционального состояния дыхательной системы у обследуемых групп учащихся

Показатель	Учащиеся		
	начального звена 7–11 лет	среднего звена 12–15 лет	старшего звена 16–17 лет
Пиковая объёмная скорость (ПОС, л/с)	2,2 ± 0,16	2,7 ± 0,15	3,2 ± 0,25*
Объём форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ <sub>1</sub> , л)	1,3 ± 0,06	1,6 ± 0,10	2,2 ± 0,16*
Мгновенная объёмная скорость в момент выдоха 25% (МОС <sub>25</sub> , л/с)	2,0 ± 0,16	2,4 ± 0,14	2,7 ± 0,23*
Мгновенная объёмная скорость в момент выдоха 50% (МОС <sub>50</sub> , л/с)	1,6 ± 0,10	2,2 ± 0,15	2,5 ± 0,22*
Мгновенная объёмная скорость в момент выдоха 75% (МОС <sub>75</sub> , л/с)	1,1 ± 0,08	1,4 ± 0,10	1,8 ± 0,16*
Средняя объёмная скорость в момент выдоха 25–75% (СОС <sub>25–75</sub> , л/с)	1,6 ± 0,11	2,0 ± 0,13	2,4 ± 0,20*

Таблица 5

## Распределение учащихся в зависимости от соответствия физиологической норме показателей функционального состояния дыхательной системы (%)

Показатель	Группа учащихся по возрастам, лет	Функциональное состояние дыхательной системы		
		норма	снижение	существенное снижение
Пиковая объёмная скорость (ПОС)	7–11	51,5	45,2	3,3
	12–15	38,1	57,1	4,8
	16–17	20,6	59,5	19,9
Объём форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ <sub>1</sub> )	7–11	68,5	22,7	8,5
	12–15	42,9	47,6	9,5
	16–17	35,6	26,0	38,4
Мгновенная объёмная скорость в момент выдоха 25% (МОС <sub>25</sub> )	7–11	54,8	40,2	5,0
	12–15	52,4	42,9	4,8
	16–17	20,6	54,6	24,5
Мгновенная объёмная скорость в момент выдоха 50% (МОС <sub>50</sub> )	7–11	87,3	12,7	–
	12–15	76,2	23,8	–
	16–17	54,9	41,5	3,6
Мгновенная объёмная скорость в момент выдоха 75% (МОС <sub>75</sub> )	7–11	92,8	7,2	–
	12–15	100,0	–	–
	16–17	91,1	8,9	–
Средняя объёмная скорость в момент выдоха 25–75% (СОС <sub>25–75</sub> )	7–11	94,5	5,5	–
	12–15	100,0	–	–
	16–17	84,4	15,6	–

## Обсуждение

Многочисленными исследованиями установлено, что в процессе обучения ухудшается состояние здоровья школьников, возрастает распространённость функциональных отклонений [1, 2, 6–9]. В ранее выполненных исследованиях показано, что в процессе адаптации учащихся к условиям образовательной среды происходят различные изменения вегетативного статуса, что нашло своё отражение в полученных данных настоящего исследования [10–12]. Выявлено нарушение функционирования регуляторных систем у учащихся старшего звена, что обусловлено рассогласованием внутрисистемного взаимодействия между симпатическим и пара-

симпатическим отделами вегетативной нервной системы, что подтверждалось данными увеличения показателей симпатической и парасимпатической активности. Эти явления можно объяснить как высокой интенсивностью процесса обучения, характеризующейся повышенными умственными нагрузками [10, 13, 14], так и особенностями функциональных перестроек, связанных с препубертатной и пубертатной фазой подросткового возраста [15].

На фоне нарушения вегетативного баланса выявлено увеличение устойчивости нервной реакции и функционального уровня центральной нервной системы у учащихся старшего звена по сравнению с данными учащихся среднего и начального звена, что, вероятно, обусловлено формирова-

нием тренированности нервных процессов у обследуемых к старшим классам вследствие систематических учебных нагрузок и мыслительной деятельности, о чём свидетельствует увеличение в 2 раза к старшему звену обучения учащихся с нормальной умственной работоспособностью. Подобные сведения в своих работах приводят И.В. Ярославцева, И.Н. Гутник, И.А. Конопа, А.Н. Гусев, И.А. Черевикова [16]; В.П. Мальцев, Д.З. Шибкова, П.А. Байгужин [17].

Увеличение в 1,4 раза уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ) у старшеклассников в сравнении с данными учащихся начального звена свидетельствовало об увеличении способности центральной нервной системы формировать адаптационную функциональную систему при приспособлении к факторам окружающей среды, однако это не нашло своего отражения на общем уровне биологической адаптации у старшеклассников. Так, установлено снижение в 2,1 раза количества учащихся с удовлетворительным уровнем адаптации и увеличение числа учащихся с неудовлетворительной адаптацией в 2,9 раза, со срывом адаптации соответственно в 1,3 раза к старшему звену обучения. Вероятно, установленный факт связан с недостаточностью других систем организма, обеспечивающих общий уровень функционального состояния.

Многочисленными исследованиями зафиксирован факт ухудшения роста и физического развития современных детей и подростков, его диспропорциональность, что на фоне гиподинамии может неблагоприятно отражаться на физиометрических показателях физического развития, в том числе на функциональном состоянии дыхательной системы [7, 18–23]. Так, в статье установлено снижение темпов роста и развития бронхиального дерева на фоне увеличения показателей

функционального состояния дыхательной системы у обследованных от начального к старшему звену. Сниженная проходимость бронхиального дерева у учащихся старшего звена, вероятно, связана не только с отставанием его темпов роста и развития от физиологических, но и установленным фактом увеличения симпатической активности вегетативной нервной системы в 2,4 раза, чем у учащихся начального звена обучения, что подтверждалось достоверным увеличением показателя VLF с  $2131,6 \pm 423,81$  до  $5094,4 \pm 1091,90$  мс<sup>2</sup> ( $p \leq 0,05$ ).

## Заключение

1. Показано, что среди учащихся от начального к старшему звену происходило изменение вегетативного статуса за счёт рассогласования внутрисистемных взаимодействий вегетативной нервной системы, что подтверждалось данными достоверного увеличения показателей симпатической и парасимпатической активности, а также увеличением в 6,7 раза числа учащихся с рассогласованием отделов вегетативной нервной системы.

2. У учащихся в динамике обучения установлено нарушение в функциональном состоянии дыхательной системы, о чём свидетельствовали данные увеличения числа учащихся с существенно сниженными показателями вентиляционной функции лёгких, что требует необходимости включения в скрининговое исследование современной модели медицинского обеспечения в образовательных организациях методики по оценке вегетативного статуса, функционального состояния дыхательной и центральной нервной систем для разработки и внедрения эффективных персонифицированных профилактических мероприятий.

## Литература

1. Кучма В.Р. Российская модель медицинского обеспечения обучающихся в образовательных организациях в современных условиях. В кн.: *Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях: сборник статей VI Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием*. Екатеринбург; 2018: 10–4.
2. Псеунук А.А., Муготлев М.А. *Адаптация: Сердечный ритм*. Майкоп: Качество; 2009.
3. Шлык Н.И., Сапожникова Е.Н., Кириллова Т.Г., Семенов В.Г. Типологические особенности функционального состояния регуляторных систем у школьников и юных спортсменов (по данным анализа вариабельности сердечного ритма). *Физиология человека*. 2009; 35(6): 85–93.
4. Игишева Л.Н., Галеев А.Р. *Комплекс ORTO-expert как компонент здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях: Методическое руководство*. Кемерово; 2003.
5. Мороз М.П. *Методическое руководство. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека*. М.; 2003.
6. Поленова М.А. Особенности динамики функционального состояния организма учащихся 5–9-х классов в процессе обучения. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2013; (3): 49–53.
7. Панкова Н.Б., Романов С.В., Петренко Н.В., Карганов М.Ю. Показатели физического развития, результаты тестирования физических качеств и функционального состояния сердечно-сосудистой системы у учащихся пятых классов столичного региона. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2017; 3: 30–5.
8. Сухарева Л.М., Намазова-Баранова Л.С., Рапопорт И.К., Звездина И.В. Динамика заболеваемости московских школьников в процессе получения основного общего образования. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2013; 3: 18–26.
9. Сулова Г.А., Львов С.Н., Земляной Д.А. Особенности состояния здоровья и физического развития школьников Санкт-Петербурга. *Педиатр*. 2013; 4(1): 26–32. DOI: <https://doi.org/10.17816/PEd4126-32>
10. Тарасова О.Л., Четверик О.Н., Федоров А.И., Зарченко П.Ю., Казин Э.М. Особенности психофизиологической адаптации учащихся в различных условиях обучения. *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*. 2016; (1): 23–37. DOI: <https://doi.org/10.15293/2226-3365.1601.02>
11. Ермолаева С.В. Оценка физического развития и адаптивных возможностей организма школьников Ульяновской области. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(4): 90–3.
12. Карпенко Ю.Д. Физиологические возрастно-половые особенности адаптации детей к учебным нагрузкам. *Фундаментальные исследования*. 2011; (2): 73–7.
13. Суботьялов М.А., Шулина Н.С., Куприна Н.С. Функциональные и психофизиологические особенности школьников, обучающихся в условиях специализированного и профильного классов. *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*. 2014; 4(4): 81–7. DOI: <https://doi.org/10.15293/2226-3365.1404.07>
14. Варич Л.А., Сорокина Ю.В. Особенности психофизиологической адаптации учащихся младшего школьного возраста. *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2017; (2): 117–22. DOI: <http://doi.org/10.21603/2078-8975-2017-2-117-122>
15. Баранова А.А., Щеплягиной Л.А., ред. *Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы): практическое руководство. Том 1*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006.
16. Ярославцева И.В., Гутник И.Н., Конопа И.А., Гусев А.Н., Черевикова И.А. Экспресс-диагностика функционального состояния ЦНС (на примере диагностики ФС ЦНС учащихся высшего учебного заведения). *Экспериментальная психология*. 2018; 11(2): 110–20. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2018110208>
17. Мальцев В.П., Шибкова Д.З., Байгужин П.А. Психофизиологический статус студенток как фактор обеспечения учебно-профессиональной деятельности. *Вестник Сургутского государственного педагогического университета*. 2011; 13(2): 163–70.
18. Тепер Е.А., Намазова-Баранова Л.С., Таранушенко Т.Е., Гришкевич Н.Ю. Особенности физического развития детей на разных этапах школьного обучения. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2015; (1): 27–33.
19. Курганов В.В., Романова И.П., Поляков А.Я., Гигуз Т.Л., Сорокина А.В., Богачанов Н.Д. Влияние социально-гигиенических условий на функциональное состояние организма школьников на примере Республики Хакасия и города Новосибирска. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; (5): 33–5.
20. Березин И.И., Гаврюшин М.Ю. Современные тенденции физического развития школьников г. Самары. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2016; (2): 17–23.
21. Поварго Е.А., Зулькарнаева А.Т., Зулькарнаев Т.Р., Овсянникова Л.Б., Агафонов А.И., Ахметшина Р.А. Региональные особенности физического развития школьников Уфы. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(4): 72–4.
22. Зайнесс М.М., Зиятдинова Н.И., Зефирова Т.Л. Особенности функционального состояния внешнего дыхания детей младшего школьного возраста при адаптации к различным нагрузкам. *Казанский медицинский журнал*. 2012; 93(1): 89–92.
23. Соколов Е.В. Особенности вентиляционной функции легких и биомеханических характеристик дыхания у подростков 10–11 лет. *Новые исследования*. 2014; (1): 48–56.

## References

- Kuchma V.R. Russian model of medical support for students in educational organizations in modern conditions. In: *Modern Model of Medical Support for Children in Educational Organizations: Collection of Articles of the VI National Congress on School and University Medicine with International Participation [Sovremennaya model' meditsinskogo obespecheniya detey v obrazovatel'nykh organizatsiyakh: sbornik statey VI Natsional'nogo kongressa po shkol'noy i universitetskoy meditsine s mezhdunarodnym uchastiem]*. Ekaterinburg; 2018: 10–4. (in Russian)
- Pseunok A.A., Mugotlev M.A. *Adaptation: Heart Rate [Adaptatsiya: Serdechnyy ritm]*. Maykop: Kachestvo; 2009. (in Russian)
- Shlyk N.I., Sapozhnikova E.N., Kirillova T.G., Semenov V.G. Typological characteristics of the functional state of regulatory systems in schoolchildren and young athletes (according to heart rate variability data). *Fiziologiya cheloveka*. 2009; 35(6): 85–93. (in Russian)
- Igisheva L.N., Galeev A.R. *Complex ORTO-expert as a Component of Health-Saving Technologies in Educational Institutions: Methodological Guide [Kompleks ORTO-expert kak komponent zdorov'esberegayushchikh tekhnologiy v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh: Metodicheskoe rukovodstvo]*. Kemerovo; 2003. (in Russian)
- Moroz M.P. *Methodological Guide. Express Diagnostics of the Functional State and Working Capacity of a Person [Metodicheskoe rukovodstvo. Ekspress-diagnostika funktsional'nogo sostoyaniya i rabotosposobnosti cheloveka]*. Moscow; 2003. (in Russian)
- Polenova M.A. Features of functional status of 5–9<sup>th</sup> grade students in the learning process. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2013; (3): 49–53. (in Russian)
- Pankova N.B., Romanov S.V., Petrenko N.V., Karganov M.Yu. Evaluation of physical development, physical qualities and functional state of the cardiovascular system in pupils in the fifth grades of the Moscow region. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2017; 3: 30–5. (in Russian)
- Sukhareva L.M., Namazova-Baranova L.S., Rapoport I.K., Zvezdina I.V. Dynamics of morbidity of Moscow schoolchildren during the general education. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2013; 3: 18–26. (in Russian)
- Suslova G.A., L'vov S.N., Zemlyanoy D.A. Features of the state of health and physical development of school students of St. Petersburg. *Pediatr*. 2013; 4(1): 26–32. DOI: <https://doi.org/10.17816/PED4126-32> (in Russian)
- Tarasova O.L., Chetverik O.N., Fedorov A.I., Zarchenko P.Yu., Kazin E.M. Features of psychophysiological adaptation of pupils in different learning environments. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2016; (1): 23–37. DOI: <https://doi.org/10.15293/2226-3365.1601.02> (in Russian)
- Ermolaeva S.V. Evaluation of the physical development and adaptation capacities of the body of schoolchildren in the Ulyanovsk region. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(4): 90–3. (in Russian)
- Karpenko Yu.D. Physiological age- and gender-related differences in children's adaptation to study workload. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2011; (2): 73–7. (in Russian)
- Subotyalov M.A., Shulenina N.S., Kuprina N.S. Functional and psychophysiological features students studying in the specialized classes and profile. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2014; 4(4): 81–7. DOI: <https://doi.org/10.15293/2226-3365.1404.07> (in Russian)
- Varich L.A., Sorokina Yu.V. Psychophysiological adaptation features of primary school pupils. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2017; (2): 117–22. DOI: <https://doi.org/10.21603/2078-8975-2017-2-117-122> (in Russian)
- Baranova A.A., Shcheplyaginoy L.A., eds. *Physiology of Growth and Development of Children and Adolescents (Theoretical and Clinical Issues): Practical Guide. Volume 1 [Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov (teoreticheskie i klinicheskie voprosy): prakticheskoe rukovodstvo. Tom 1]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2006. (in Russian)
- Yaroslavtseva I.V., Gutnik I.N., Konopak I.A., Gusev A.N., Cherevikova I.A. Express diagnostics the functional state of the central nervous system (on example, the diagnosis of FS of the CNS of students of university). *Ekspertim'naya psikhologiya*. 2018; 11(2): 110–20. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2018110208> (in Russian)
- Mal'tsev V.P., Shibkova D.Z., Bayguzhin P.A. Psychophysiological status of female-students as a factor of training and professional activities. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 2011; 13(2): 163–70. (in Russian)
- Tepper E.A., Namazova-Baranova L.S., Taranushenko T.E., Grishkevich N.Yu. Peculiarities of physical development of children in the different periods of school education. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2015; (1): 27–33. (in Russian)
- Kurganov V.V., Romanova I.P., Polyakov A.Ya., Giguz T.L., Sorokina A.V., Bogachanov N.D. The impact of socio-hygienic conditions on the functional state of schoolchildren's organisms on the example of republic of Khakassia and the city of Novosibirsk. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2016; (5): 33–5. (in Russian)
- Berezin I.I., Gavryushin M.Yu. Contemporary trends of physical development of schoolchildren in Samara. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2016; (2): 17–23. (in Russian)
- Povargo E.A., Zul'karnaeva A.T., Zul'karnaev T.R., Ovsyannikova L.B., Agafonov A.I., Akhmetshina R.A. Regional features of the physical development of schoolchildren in the city of UFA. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93(4): 72–4. (in Russian)
- Zayneev M.M., Ziyatdinova N.I., Zefirov T.L. Peculiarities of the functional state of external respiration of primary school children during adaptation to different efforts. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2012; 93(1): 89–92. (in Russian)
- Sokolov E.V. Features of ventilation function of the lungs and biomechanical characteristics of respiration in adolescents 10–11 years. *Novye issledovaniya*. 2014; (1): 48–56. (in Russian)