

<https://doi.org/10.23888/HMJ2025134625-634>

EDN: TRCDPV

Динамическое исследование функциональных возможностей организма старшеклассников в условиях мегаполиса

С.Н. Ковальчук[✉]

Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород,
Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Ковальчук Светлана Николаевна, kovalchuk_s@pimunn.net

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Состояние здоровья подростков — важнейший показатель благополучия общества и государства в целом, отражающий изменения, произошедшие на предыдущем этапе развития, и позволяющее сформировать векторное направление на будущее. Изучение уровня здоровья учащихся внутри диапазона «здоровье», то есть процессов, происходящих в организме большей части детей и подростков, используется в концепции оценки функционального состояния организма. Такой подход служит основой для понимания адаптационных возможностей школьников и формирует представление о степени воздействия потенциальных здоровьесформирующих факторов.

Цель. Изучить адаптационные и функциональные особенности у подростков образовательной организации с 2007 по 2024 годы.

Материалы и методы. Исследование проведено с участием 304 старшеклассников (109 юношей и 195 девушек) в 2024 году в возрасте 15–17 лет, учащихся 10–11-х классов образовательной организации интернатного типа. Динамическое наблюдение проведено с предыдущими «срезами» 2007 и 2017 годов. Уровень функциональных резервов оценивался с помощью функциональных проб Мартине–Кушелевского, координаторной, Штанге и Генчи. Пробы проводились в соответствии со стандартной методикой. На основании полученных данных вычислялся интегральный коэффициент состояния функциональных резервов (скрининговая оценка).

Результаты. Для большинства современных подростков, обучающихся в инновационном образовательном учреждении, характерна неблагоприятная реакция на малые физические нагрузки. Гипоксическая лабильность выявлена с помощью дыхательных проб у 90% обучающихся в 2024 году, что почти в 2 раза выше, чем результаты проб в 2007 году. Результаты скрининговой оценки уровня функциональных резервов современных детей показали уменьшение доли учащихся с хорошим уровнем функционального состояния витальных систем в 3 раза по сравнению с 2007 годом и в 2 раза по сравнению с 2017 годом.

Заключение. Результаты исследования подтверждают угрозу биологической прочности организма современных старшеклассников. Для решения угрозы здоровью необходим комплексный подход, включающий повышение двигательной активности с учетом функциональных изменений организма.

Ключевые слова: функциональные резервы; здоровье; школьники; подростки.

Для цитирования:

Ковальчук С.Н. Динамическое исследование функциональных возможностей организма старшеклассников в условиях мегаполиса // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2025. Т. 13, № 4. С. 625–634. doi: 10.23888/HMJ2025134625-634 EDN: TRCDPV

<https://doi.org/10.23888/HMJ2025134625-634>

EDN: TRCDPV

A Dynamic Study of the Functional Capabilities of High School Students in a Metropolitan Area

Svetlana N. Kovalchuk✉

Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Corresponding author: Svetlana N. Kovalchuk, kovalchuk_s@pimunn.net

ABSTRACT

INTRODUCTION: Health of an adolescent is the most important indicator of the well-being of the society and the state as a whole, reflecting changes that have occurred at the previous stage of the development and forming the vector for the future. Studying the health level of students within the ‘health’ range, that is, the processes occurring in an organism of most children and adolescents, is used in assessment of the functional state of an organism. This approach serves as the basis for understanding the adaptive capacity of schoolchildren and provides insight into the degree of the impact of potential health-shaping factors.

AIM: To study adaptive and functional characteristics of adolescents studying in a general educational organization from 2007 to 2024.

MATERIALS AND METHODS: The study was conducted in 2024 with the involvement of 304 high school students (109 boys and 195 girls) aged 15–17 years, of grades 10–11 of a boarding school. The dynamic observation was conducted with previous surveys of 2007 and 2017. Functional reserve was assessed using the Martine–Kushelevsky, coordination, Stange, and Genchi functional tests conducted according to standard methodology. Based on the data obtained, an integral coefficient of functional reserve status (screening assessment) was calculated.

RESULTS: Most modern adolescents studying at an innovative educational institution exhibit an adverse reaction to low levels of physical activity. In 2024, hypoxic lability was detected in 90% of students using respiratory tests, which is almost twice the result of 2007. Results of a screening assessment of the functional reserves of modern children showed a threefold decrease in the proportion of students with a good functional state of their vital systems compared to 2007 and a twofold decrease compared to 2017.

CONCLUSION: The study results confirm the threat to the biological resilience of today's high school students. Addressing this health threat requires a comprehensive approach, including increased physical activity with taking into account functional changes in the body.

Keywords: functional reserves; health; schoolchildren; teenagers.

To cite this article:

Kovalchuk SN. A Dynamic Study of the Functional Capabilities of High School Students in a Metropolitan Area. *Science of the Young (Eruditio Juvenium)*. 2025;13(4):625–634. doi: 10.23888/HMJ2025134625-634 EDN: TRCDPV

Актуальность

Состояние здоровья детского населения является важным индикатором благополучия общества и государства, отражающим современные вызовы и открывающим новые горизонты. Проблемы, связанные с состоянием здоровья и гигиенической безопасностью подрастающего поколения в XXI веке, обусловлены многими факторами внутришкольной и внешкольной среды. В современных подходах к оценке здоровья акцент делается на способности ребенка адаптироваться и самостоятельно управлять своим здоровьем в условиях социальных, физических и эмоциональных сложностей [1].

Современная среда обитания школьников характеризуется значительными учебными и психоэмоциональными нагрузками, широким внедрением цифровых образовательных технологий, что приводит к напряжению механизма адаптации подростка [2, 3]. Высокая интенсивность учебной и внеучебной деятельности, выпадающая на сенситивный период развития ребенка — подростковый — может повлиять на процессы и стать критичной для потенциала нации. Происходящие изменения внешних и внутренних факторов привели к снижению двигательной активности современного поколения школьников до критически низких уровней [4, 5]. Изучение уровня здоровья учащихся внутри диапазона «здоровье» используется в концепции оценки функционального состояния организма, как индикатора функционирования систем и их адаптационных возможностей, необходимых для определения степени воздействия потенциальных здоровьесформирующих факторов [6].

Цель — изучить адаптационные и функциональные особенности у старшеклассников образовательной организации с 2007 по 2024 годы.

Материалы и методы

Аналитическое ретроспективное и проспективное исследование выполнено с участием 304 старшеклассников (109 юношей и 195 девушек) в 2024 году в возрасте 15–17 лет, учащихся 10–11-х классов

образовательной организации интернатного типа города Нижнего Новгорода. Исследование сравнили с предыдущими срезами, проведенными в 2017 году с участием 308 учащихся (97 юношей и 211 девушек) и 2007 годом с участием 386 учащихся (125 юношей и 261 девушка).

Исследование проведено с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Программа исследования одобрена Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России (Протокол № 5 от 31.03.2023). Каждый участник исследования (или его законный представитель) дал информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании.

Критерии включения: возраст 15–17 лет, соответствие I–V группам здоровья.

Функциональное состояние оценивалось с помощью функциональных проб (ФП) Мартине–Кушелевского (ПМК), координаторной (КП), Штанге (ПШ) и Генчи (ПГ). Все ФП проводились в соответствии со стандартной методикой [7]. На основании полученных данных вычислялся интегральный коэффициент состояния функциональных резервов (ФР) и выставлялась оценка: «отлично» — оптимальный уровень функциональных возможностей, «хорошо» — удовлетворительный уровень функциональных возможностей, «удовлетворительно» — напряжение адаптационных возможностей, «неудовлетворительно» — перенапряжение адаптационных возможностей.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета компьютерных программ IBM SPSS Statistics 22. При анализе таблиц сопряженности использовался критерий χ^2 и двусторонний критерий Фишера. Сравнение независимых выборок осуществлялось с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни. Достоверность различий принимали при $p < 0,05$.

Результаты

Функциональное состояние организма — это совокупность характеристик функций и качеств, которые несут наибольшую нагрузку в обеспечении жизнедеятель-

ности человека. Изменения этих показателей при физической нагрузке позволяют судить о резервных возможностях, адаптации и об уровне работоспособности организма.

Результаты анализа ПМК учащихся в динамике представлены в таблице 1. В 2007 году не выполнили данную пробу 13,1% девочек, отличные и хорошие оценки получили треть учащихся (30,9%). Среди мальчиков 7,8% не выполнили пробу и 35,0% выполнили пробу на «хорошо» и «отлично», различия статистически незначимы.

За десятилетний период количество учащихся, выполнивших ПМК на оценку «неудовлетворительно», увеличилось в 3 раза, а школьников с оценками «отлично» не выявлено. По результатам комплексной оценки ПМК в 2017 году контингент

обследуемых разделился на 3 группы с оценками «неудовлетворительно», «удовлетворительно» и «хорошо». Большинство девушек выполнили ФП на «удовлетворительно», 33,5% — не выполнили ФП, в 3 раза меньше оказалось оценок «хорошо». Среди мальчиков большинство выполнили данные ФП на «удовлетворительно» (60,7%), треть не выполнили ФП, 7,5% — на «хорошо».

Анализ результатов комплексной оценки ПМК в 2024 году показал преобладание неудовлетворительных оценок среди девушек, треть получила — «удовлетворительно», 1,1% — «хорошо». Среди юношей большинство получило оценку «удовлетворительно», 44,9% — не выполнили ФП, 8,2% выполнили — на «хорошо».

Таблица 1. Комплексная оценка пробы Мартине–Кушелевского, %
Table 1. Comprehensive assessment of Martine–Kushelevsky test, %

Оценка	Годы наблюдения								
	2007			2017			2024		
	М n=125	Д n=261	Все n=386	М n=97	Д n=211	Все n=308	М n=109	Д n=195	Все n=304
Отлично	1,0%	0,4%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Хорошо	34,0%	30,5%	31,5%	7,5%	13,2%	11,3%	8,2%	1,1%	3,5%
Удовлетворительно	57,3%	56,0%	56,4%	60,7%	53,3%	55,8%	46,9%	32,3%	37,3%
Неудовлетворительно	7,8%	13,1%	11,6%	31,8%	33,5%	32,9%	44,9%	66,7%	59,2%
Статистика, $cc=2$	М — $\chi^2=2,840$; $p=0,242$; Д — $\chi^2=27,008$; $p<0,0001$; Все — $\chi^2=11,293$; $p=0,004$								

Анализ типов реакций на малые нагрузки показал, что нормотонический тип реакции в 2007 году выявлен у трети

подростков (37,3%), через 10 лет произошло уменьшение этой группы в 2 раза (16,6%) (табл. 2).

Таблица 2. Типы реакций в пробе Мартине–Кушелевского в динамике 2007–2024 годов, %
Table 2. Reaction types in Martine–Kushelevsky test in dynamics in 2007–2024, %

Тип реакции	Годы наблюдения								
	2007			2017			2024		
	М n=125	Д n=261	Все n=386	М n=97	Д n=211	Все n=308	М n=109	Д n=195	Все n=304
Нормотонический	38,8%	36,7%	37,3%	13,1%	18,4%	16,6%	22,4%	14,0%	16,9%
Астенический	31,1%	34,8%	33,7%	51,4%	36,8%	41,7%	51,0%	39,8%	43,7%
Гипертонический	11,7%	9,3%	10,0%	7,5%	5,7%	6,3%	8,2%	10,8%	9,9%
Дистонический	1,9%	1,2%	1,4%	6,5%	4,7%	5,3%	0,0%	1,1%	0,7%
Парадоксальный	16,5%	18,2%	17,7%	21,5%	34,4%	30,1%	18,4%	34,4%	28,9%
Статистика, $cc=6$	М — $\chi^2=10,862$; $p=0,093$; Д — $\chi^2=28,137$; $p<0,0001$; Все — $\chi^2=20,817$; $p=0,002$								

Астенический тип реакции, сопровождающийся значительным учащением пульса на фоне стабильного пульсового

давления, встречался у трети учащихся в 2007 году и увеличился на 8,0% в 2017 году, и на 2,0% 2024 году соответственно.

Такой тип реакции характерен для детей, страдающих вегетососудистой дистонией, после перенесенных инфекционных заболеваний и среди учащихся, испытывающих «двигательный голод» ($p=0,002$).

Показатель качества реакции является первичным показателем функционального состояния кардиореспираторной системы ребенка (табл. 3). Он определяет уровень здоровья в целом и косвенно характеризует физическую работоспособность организма. Статистически значимые различия выявлены среди девушек ($p=0,005$). Неудовлетворительные результаты (1–2 балла) встречались среди девушек: 16,9% — в 2007 году, 37,7% — в 2017 году, 59,1% — в 2024 году. Отличный и хороший показатель качества реакции в 2007 году выявлен у 18,5% подростков, в 2017 году — встречались на 4,0% чаще, в 2024 году — снизились до 15,5%. Одновременно отмечено увеличение доли детей с неудовлетворительными результатами (1–2 балла): 14,1% — в 2007 году, 38,6% — в 2017 году, 58,5% — в 2024 году. Различия статистически незначимы ($p=0,151$).

Таким образом, динамическое наблюдение за результатами ПМК, характеризующей функциональное состояние кардиореспираторных систем на малые нагрузки, выявило ухудшение показателей реактивности организма. Анализ комплексной оценки ПМК выявил статистически значимое ($p=0,004$) увеличение количества подростков с неудовлетворительными оценками: почти в 3 раза в 2017 году по сравнению с 2007 годом, и почти в 2 раза в 2024 году по сравнению с 2017 годом. Среди девушек неудовлетворительных оценок выявлено больше. Одновременно произошло уменьшение количества обучающихся с отличными и хорошими оценками как среди девушек, так и юношей: 32,1% — в 2007 году, 11,3% — в 2017 году, 3,5% — в 2024 году. При увеличении физической нагрузки выявили уменьшение количества подростков с нормотоническим типом реакции и увеличение числа подростков с неблагоприятными типами реакции, в большей степени выраженное астеническим и парадоксальным типом реакций.

Таблица 3. Показатели пробы Мартине–Кушелевского в динамике 2007–2024 годов, %
Table 3. Parameters of Martine–Kushelevsky test in dynamics in 2007–2024, %

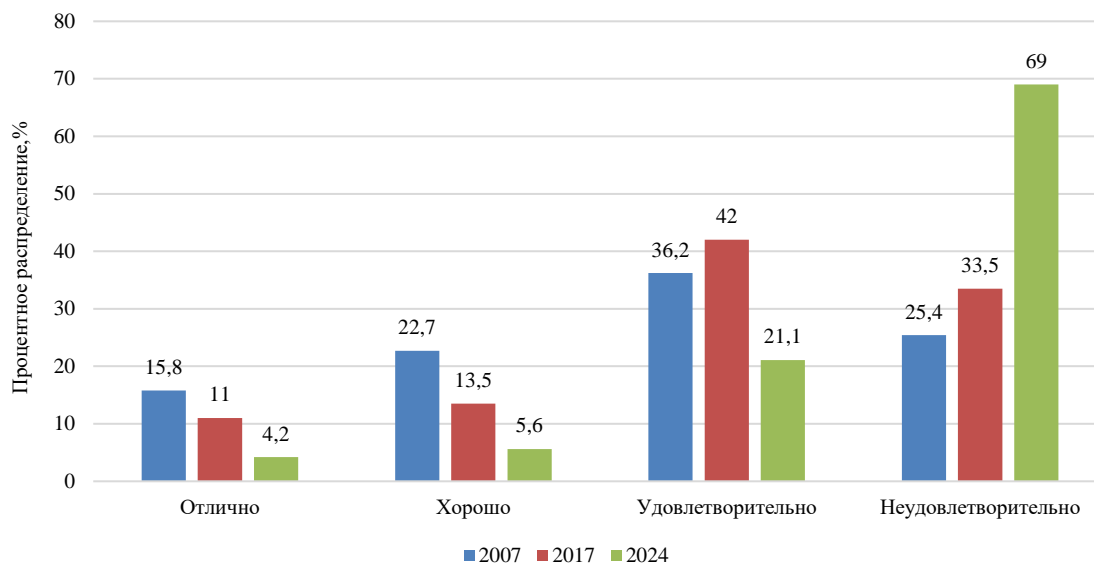
Баллы	Годы наблюдения								
	2007			2017			2024		
	М <i>n</i> =125	Д <i>n</i> =261	Все <i>n</i> =386	М <i>n</i> =97	Д <i>n</i> =211	Все <i>n</i> =308	М <i>n</i> =109	Д <i>n</i> =195	Все <i>n</i> =304
Степень напряжения организма									
1	1,0%	0,4%	0,6%	3,7%	5,2%	4,7%	12,2%	16,1%	14,8%
2	22,3%	23,6%	23,2%	40,2%	30,7%	33,9%	55,1%	31,2%	39,4%
3	43,7%	42,5%	42,8%	41,1%	34,0%	36,4%	14,3%	24,7%	21,1%
4	14,6%	13,1%	13,5%	6,5%	7,5%	7,2%	4,1%	5,4%	4,9%
5	18,5%	20,5%	19,9%	8,4%	22,6%	17,9%	14,3%	22,6%	19,7%
Статистика, сс=4	М — $\chi^2=11,385$; $p=0,023$; Д — $\chi^2=23,608$; $p < 0,0001$; Все — $\chi^2=26,926$; $p < 0,0001$								
Показатель качества реакции									
1	2,5%	9,5%	7,4%	3,7%	5,2%	4,7%	14,3%	16,1%	15,5%
2	5,0%	7,4%	6,7%	36,4%	32,5%	33,9%	42,9%	43,0%	43,0%
3	70,0%	66,3%	67,4%	36,4%	40,1%	38,9%	34,7%	21,5%	26,1%
4	12,5%	6,3%	8,2%	17,8%	13,2%	14,7%	2,0%	7,5%	5,6%
5	10,0%	10,5%	10,4%	5,6%	9,0%	7,8%	6,1%	11,8%	9,9%
Статистика, сс=4	М — $\chi^2=2,901$; $p=0,575$; Д — $\chi^2=14,960$; $p=0,005$; Все — $\chi^2=6,734$; $p=0,151$								

Анализ ПШ показал, что отличные и хорошие оценки, характеризующие оптимальные дыхательные способности, опреде-

лялись у трети подростков в 2007 году. За десятилетний период количество учащихся с этими показателями снизился до 23,5%.

В 2024 году таких подростков стало лишь 9,8% (рис. 1). Напряжение ФР дыхательной системы выявили у половины исследуемых подростков в 2007 году. К 2017 году у 2/3 учащихся обнаружен сниженный адаптационный потенциал дыхательной системы. А в 2024 году значение выросло до 90,1%. Различия между группами сравнения статистически значимы ($p=0,001$).

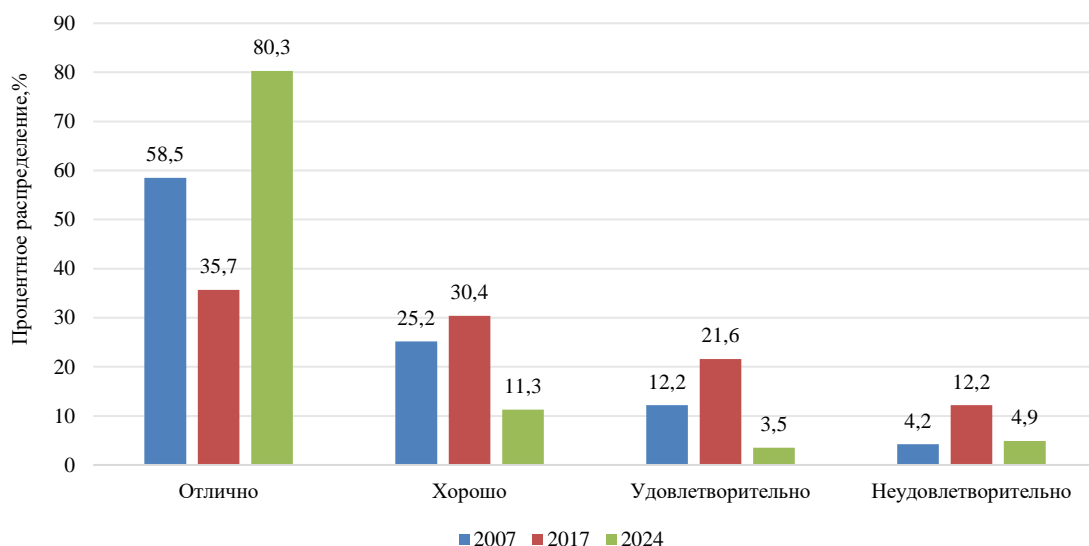
Анализ ПГ выявил хорошую функциональную способность дыхательной системы среди большинства учащихся во все периоды наблюдений (рис. 2). Однако отмечено увеличение количества подростков с напряжением адаптационных возможностей дыхательной системы в 2017 году — 33,8% ($p=0,320$).



$$\chi^2=15,996; cc=3; p=0,001$$

Рис. 1. Комплексная оценка пробы Штанге, %.

Fig. 1. Comprehensive assessment of Stange test, %.



$$\chi^2=3,503; cc=3; p=0,320$$

Рис. 2. Комплексная оценка пробы Генчи, %.

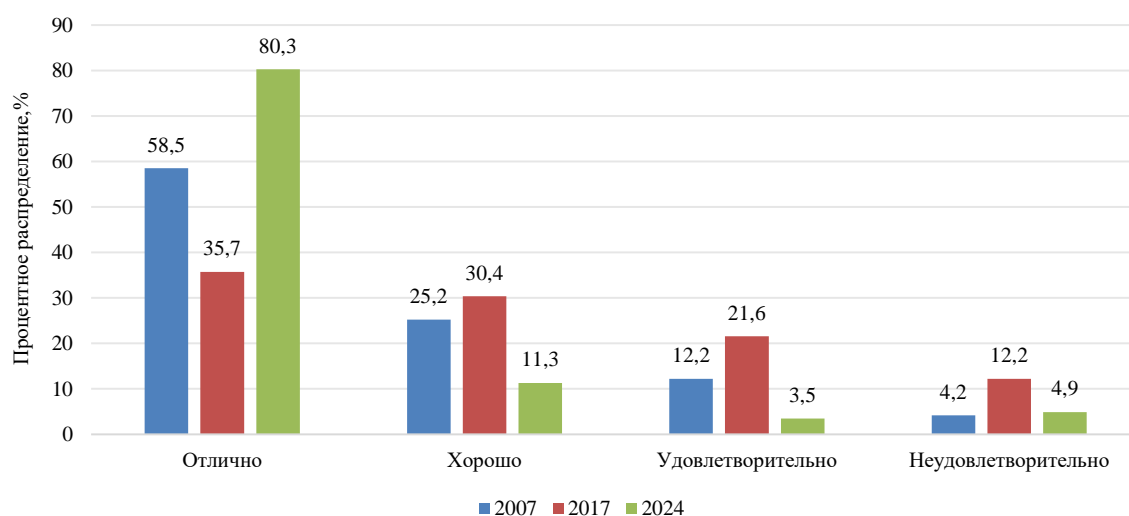
Fig. 2. Comprehensive assessment of Genchi test, %.

Таким образом, показатели, определяющие функциональное состояние дыха-

тельной системы демонстрируют ухудшение в динамике с 2007 по 2024 годы.

Произошло правостороннее смещение оценок ПШ: неудовлетворительные оценки определены у современных подростков в 2 раза чаще и одновременно сократилось наличие хороших и отличных оценок в 3 раза по сравнению с 2007 годом. Функциональная способность по результатам анализа ПГ отмечена у большинства современных учащихся с оценками «отлично» и «хорошо» и лишь у 8% учащихся выявлено напряжение механизмов адаптации.

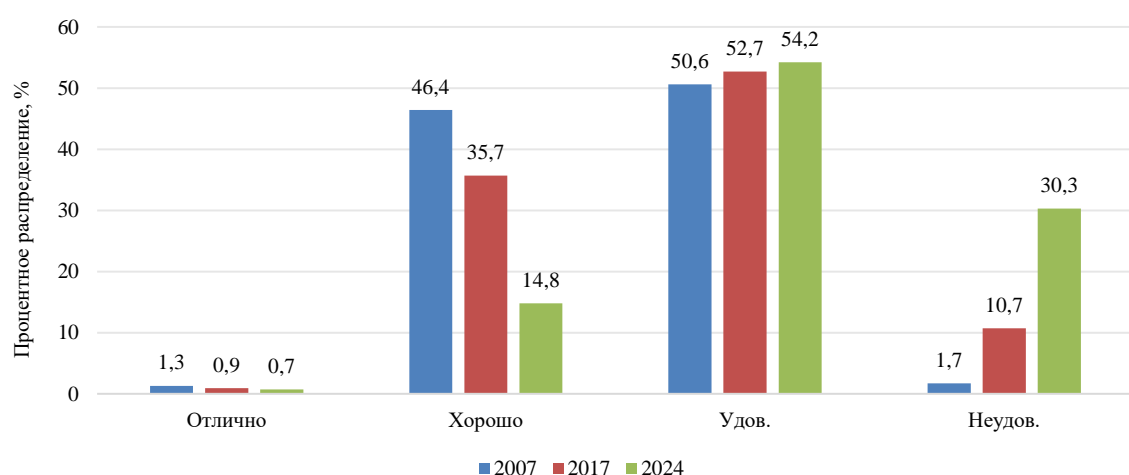
КП характеризует совместную работу скелетных мышц и всех отделов нервной системы, динамическую стабилизацию движений. Большинство учащихся в 2024 году получили оценку «отлично» — 80,3%, в 2007 году — половина школьников, в 2017 году — треть учащихся (рис. 3). Одновременно с этим напряжение адаптации выявлено у 8,0% учащихся в 2024 году, что в 4 раза ниже процентной доли, полученной в 2017 году ($p=0,347$).



$$\chi^2=3,307; \text{cc}=3; p=0,347$$

Рис. 3. Комплексная оценка координаторной пробы, %.

Fig. 3. Comprehensive assessment of the coordination test, %.



$$\chi^2=14,214; \text{cc}=3; p=0,003$$

Рис. 4. Скрининговая оценка уровня функциональных резервов, %.

Fig. 4. Screening assessment of the level of functional reserves, %.

Результаты скрининговой оценки уровня ФР современных детей показали

уменьшение доли учащихся с хорошим уровнем функционального состояния

витальных систем в 3 раза по сравнению с 2007 годом и в 2 раза по сравнению с 2017 годом (рис. 4). Одновременно с этим обнаружено увеличение суммарной доли учащихся с оценками «удовлетворительно» и «неудовлетворительно», характеризующих напряжение функционального состояния, с 52,3% в 2007 году до 63,4% в 2017 году и 84,5% в 2024 году.

Обсуждение

Подростковый период — сенситивный этап достижения ребенком биологической зрелости [8]. Состояние здоровья современной молодежи является барометром социального благополучия и медицинского обеспечения предшествующего периода онтогенеза, а также предвестником изменений в популяции в обозримом будущем. Процесс формирования здоровья учащихся происходит под влиянием как биологических, так и внешних факторов. Показателем меры и уровня здоровья детей является величина ФР их организма [9].

Исследования подтверждают, что современная среда обитания школьников подросткового возраста, сформированная под влиянием цифровых средств обучения, преобладании статических видов деятельности, оказывает влияние не только на состояние здоровья, но и успешность обучения и рациональную подготовку к профессиональной деятельности подростков и молодых людей [6, 10]. Обоснованную тревогу вызывает сформировавшееся у современных учащихся негативное отношение к занятиям по физической культуре и двигательным формам досуга. Подвижным играм дети предпочитают компьютерные игры, что еще в большей степени способствует гипокинезии и увеличению статических нагрузок в положении сидя [5].

Кроме того, важную роль в формировании адаптационного потенциала и профилактике заболеваний детей играет рациональное питание, которое базируется на научно-обоснованном количестве и кратности употребления различных продуктов питания. У современных школьников имеет место несбалансированное питание, обусловленное как нехваткой времени, так

и недостаточной осведомленностью о принципах здорового питания [6]. Усугубляющими факторами являются пренебрежение рациональным режимом дня: преобладающее большинство старшеклассников испытывают недостаток ночного сна, что неблагоприятно сказывается на самочувствии и состоянии здоровья [8].

В исследованиях функциональных возможностей современных подростков у большинства учащихся наблюдается неблагоприятная реакция на физическую нагрузку и удовлетворительные функциональные возможности кардиореспираторной системы [11]. Для решения сложившейся угрозы здоровью, в условиях систематического обучения, оценки функциональной направленности происходящих изменений, необходим комплексный подход, воздействующих на индикаторы регуляторных и приспособительных особенностей организма, путем повышения двигательной активности с помощью занятий физической культурой и спортом [8, 12, 16]. Однако большинство данной возрастной группы не использует активные двигательные режимы достаточной длительности, что может быть связано с дефицитом времени, интенсивной учебной нагрузкой и другими внеучебными факторами [12].

Выявлено, что у подростков, регулярно использующих динамическую компоненту в режиме дня, ФР организма и прочность биологической системы к факторам окружающей среды выше [13]. Для оздоровления организма обучающихся необходима рациональная физическая нагрузка, организованная образовательным учреждением и неорганизованная двигательная активность ребенка во внеучебное время. Грамотно организованная и регулярная физическая нагрузка не только повышает тонус и работоспособность, но и препятствует возникновению различных серьезных заболеваний у подрастающего поколения [14]. В общие рекомендации для получения максимальной профилактической пользы от физических упражнений следует вносить индивидуальные коррективы в соответствии с состоянием жизнеобеспечивающих систем, профилем риска и индиви-

дуальными потребностями подростка [15]. Динамический контроль за изменением показателей функциональной активности основных систем организма, изучение изменений его адаптивных возможностей, вызываемых влиянием факторов образовательной среды являются потенциально эффективным инструментом коррекции состояния здоровья и применяемых профилактических мероприятий [17–19].

Заключение

Результаты исследования функциональных возможностей организма подростков образовательной организации интернатного типа подтвердили, что приспособительно-компенсаторные механизмы обучающихся испытывают состояние повышенного напряжения. Можно предположить, что такая ответная реакция организма сформировалась в контексте организационно-содержательного и технологического обеспечения образовательного процесса, действующих комплексно, непрерывно, длительно. У большинства подростков (83%) отмечена неблагоприятная реакция на малые физические нагрузки, в 2007 году такие типы реакции встречались на 20% реже. Функциональная способность сердечно-

сосудистой системы характеризовалась уменьшением доли отличных и хороших оценок у современных подростков в 3 раза по сравнению с 2017 годом и в 10 раз по сравнению с 2007 годом.

Динамика результатов исследования адаптационных возможностей дыхательной системы показал тенденцию уменьшения хороших и отличных оценок пробы Штанге в 3 раза за период с 2007 по 2024 годы. Гипоксическая лабильность, выявленная с помощью дыхательных проб у 90% обучающихся в 2024 году, была в 2 раза выше, чем результаты проб в 2007 году. Одновременно отмечено усиление напряжения функционального резерва дыхательной системы с 50,0% в 2007 году до 90,1% в 2024 году.

Скрининговая оценка уровня функционального резерва современных детей, включающая результаты координаторной пробы, пробы Мартине–Кушелевского, пробы Штанге и пробы Генчи, выявила снижение адаптационно-приспособительного потенциала учащихся в 3 раза по сравнению с 2007 годом и в 2 раза по сравнению с 2017 годом. Увеличение процентной доли учащихся с напряжением функционального состояния составила 84,5% в 2024 году, что в 1,5 раза превышает показатель 2007 года.

Список литературы | References

1. Baiguzhin PA, Shibkova DZ, Shevtsov AV. Functional status of the body: assessment technologies in recreational tourism and sport (review). *Human. Sport. Medicine*. 2022;22(4):25–34. doi: 10.14529/hsm220403 EDN: RJMZYD
2. Feroyan EV. Central and peripheral hemodynamics in pre-pathologic and pathologic diagnostics among swimmers. *Russian Journal of Physical Education and Sport*. 2018;13(4):170–176. EDN: YUROXZ
3. Yamanova GA, Antonova AA. Comparative Characteristics of Physical Development of Students of Cadet Schools and Secondary Schools. *Science of the Young (Eruditio Juvenium)*. 2022;10(4):373–380. doi: 10.23888/HMJ2022104373-380 EDN: GLZDZI
4. Novikova II, Yerofeev YuV, Flyanku IP, et al. Physical activity and individual accidental risk of infringement of the health of schoolchildren. *Hygiene and Sanitation, Russian Journal*. 2020;99(3):279–285. doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-3-279-285 EDN: EAQDMS
5. Krinichnaya NV, Zemlyanskii DV, Klimov YuS. The influence of regular physical activity on the functional state of the body and the health of schoolchildren. *Bulletin of Lugansk State Pedagogical University. Series 4. Biology. Medicine. Chemistry*. 2021;(1):44–49. EDN: XVGDEO
6. Shaposhnikova MV, Murzina KV. Funktsional'nyye rezervy podrostkov, obuchayushchikhsya v innovatsionnoy obrazovatel'noy organizatsii. In: *Pereslegina IA, editor. Aktual'nyye problemy upravleniya zdorov'nyem naseleniya: sbornik nauchnykh trudov VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'n-yye voprosy organizatsii zdravookhraneniya»*, Nizhny Novgorod, 15 February 2023. Nizhny Novgorod: Volga Research Medical University Publishing; 2023. P. 213–218. (In Russ.) EDN: HZIDDE
7. Chekalova NG, Silkin YuR, Matveeva NA, et al. Functional reserves of children. Methods of research and estimation (study guide). Nizhny Novgorod; 2010. EDN: TOYNJF
8. Bogomolova ES, Kotova NV, Kovalchuk SN, et al. Level of functional reserves in students of innovative school with different motor activity. *Public Health and Life Environment — PH&LE*. 2019;(11):22–27. doi: 10.35627/2219-5238/2019-320-11-22-27 EDN: PBLTTV
9. Vanyushin YuS, Fedorov NA, Borisevich SA. The importance of physiological indices for the

- functional reserves of the organism revelation. *Russian Journal of Physical Education and Sport*. 2021;16(4):131–136. doi: 10.14526/2070-4798-2021-16-4-131-136 EDN: UJUIAD
10. Feodoroff B, Konstantinidis I, Froböse I. Effects of Full Body Exergaming in Virtual Reality on Cardiovascular and Muscular Parameters: Cross-Sectional Experiment. *JMIR Serious Games*. 2019;7(3):e12324. doi: 10.2196/12324
11. Lykova EYu. Reserve capabilities of the cardio-respiratory system of 14–15 and 16–17-year-old schoolchildren. In: *Bulanyy YuI, editor. Voprosy biologii, ekologii, khimii i metodiki obucheniya: sbornik nauchnykh statey*. Saratov: Amirit; 2024. P. 22–27. (In Russ.) EDN: BNKWID
12. Rebezov IA, Kalyagin VI, Glinchikova LA. Physical Activity as a Behavioral Risk Factor for Reducing the Functional Reserves of the Body in Schoolchildren. In: *Glinchikova LA, Bychan NV, Matova EL, editors. Problems of physical education: content, orientation, methodology, organization: The X International Scientific Congress Proceedings dedicated to the 80th anniversary of V.K. Pelmenov, Kaliningrad, 25–28 April, 2024*. Chelyabinsk: Chelyabinsk State University; 2024. P. 263–267. EDN: MIKBSR
13. Mikhaylova SV, Khrycheva TV. Adaptive, Regulatory and Functional Capabilities of Different Biological Ages According to the “Bio-Age” Scale. *J Med Biol Res (Biol Sci)*. 2023;11(3):265–277. doi: 10.37482/2687-1491-Z147 EDN: NGWCVK
14. Spitsyna TA, Trifoev AV. Rational physical loads of schoolchildren as the basis of a healthy lifestyle. In: *Lazitskaya NF, Yekimova ZZ, Ternitskaya SV, editors. Healthy lifestyle, physical culture and sport: trends, traditions, innovations — 2022: collection of scientific works*. Simferopol: Arial; 2022. P. 123–127. EDN: SLLVQL
15. Hansen D, Coninx K, Beckers P, et al. Appropriate exercise prescription in primary and secondary prevention of cardiovascular disease: why this skill remains to be improved among clinicians and health-care professionals. A call for action from the EXPERT Network. *Eur J Prev Cardiol*. 2023;30(18):1986–1995. doi: 10.1093/eurjpc/zwad232 EDN: NGTMGF
16. Sanchat NO, Gogolev AV. Individual-typological status and functional capabilities of urban high school students in the Republic of Tyva. *Medicine: Theory and Practice*. 2023;8(2):25–30. doi: 10.56871/MTP.2023.80.66.004 EDN: CGOHHB
17. Petrov RE, Mutaeva IS, Khalikov GZ, Gerasimov NP. Web application “Mobile Laboratory” for assessing functional reserves of physiological systems of athletes' body. *Theory & Practice of Physical Culture*. 2025;(1):20–22. EDN: DCCHIE
18. D'Ascenzi F, Cavigli L, Pagliaro A, et al. Clinician approach to cardiopulmonary exercise testing for exercise prescription in patients at risk of and with cardiovascular disease. *Br J Sports Med*. 2022; bjsports-2021-105261. doi: 10.1136/bjsports-2021-105261 EDN: WLHLFY
19. Kagramanyan IN, Reshetnikov VA, Manerova OA, et al. Modern Trends in Development of Educational and Scientific Discipline ‘Public Health and Healthcare’: Its Methodological Role and Integrative Function. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2024;32(2):P. 329–338. doi: 10.17816/PAVLOVJ630115 EDN: HCWPJK

Дополнительная информация

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России (Протокол № 5 от 31.03.2023).

Согласие на публикацию. Были получены письменные информированные согласия от детей и их родителей.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Автор заявляет об отсутствии отношений, деятельности и интересов, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании статьи автор не использовал ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Генеративный искусственный интеллект. При создании статьи технологии генеративного искусственного интеллекта автор не использовал.

Рецензирование. В рецензировании участвовали два рецензента и член редакционной коллегии издания.

Об авторе:

✉ **Ковальчук Светлана Николаевна**, ассистент кафедры гигиены;

адрес: Российская Федерация, 603950, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д.10/1;

eLibrary SPIN: 3146-3801;

ORCID: 0000-0002-6641-8376;

e-mail: kovalchuk_s@pimunn.net

Ethics approval. The study was approved from the Local Ethics Committee of the Privolzhsky Research Medical University (Protocol No. 5 of March 31, 2023).

Consent for publication. Written informed consent was received from children and their parents to conduct the study.

Funding sources. No funding.

Disclosure of interests. The author was not relationships, activities or interests related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality. The author was not used previously published information (text, illustrations, data) when creating work.

Generative AI. The author was not used generative AI technologies for this article creation.

Peer-review. Two reviewers and a member of the editorial board participated in the review.

Author Info:

✉ **Svetlana N. Kovalchuk**, Assistant of the Department of Hygiene; address: 10/1 Minin and Pozharsky sq, Nizhny Novgorod, Russian Federation, 603950;

eLibrary SPIN: 3146-3801;

ORCID: 0000-0002-6641-8376;

e-mail: kovalchuk_s@pimunn.net