

© Эйфельд Д.А., Штина И.Е., Маклакова О.А., Валина С.Л., 2021

УДК 572.087–613.955

Оценка функциональных резервов кардиореспираторной системы у учащихся кадетского корпуса

Д.А. Эйфельд¹, И.Е. Штина¹, О.А. Маклакова^{1,2}, С.Л. Валина¹¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, ул. Монастырская, д. 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация²ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», ул. Букирева, д. 15, г. Пермь, 614990, Российская Федерация

Резюме. *Введение.* Обучение в кадетском корпусе предполагает увеличение двигательной активности, что влияет на уровень функциональных возможностей систем адаптации. *Цель исследования.* Изучить особенности функциональных резервов кардиореспираторной системы у учащихся кадетского корпуса. *Методы.* Группу наблюдения составили 74 кадета в возрасте 10–13 лет, группу сравнения – 26 мальчиков, обучающихся в средней общеобразовательной школе (СОШ). Изучение режима физической нагрузки проведено с помощью анкетирования. Оценка тренированности, физической работоспособности выполнена по данным биоимпедансного анализа состава тела и динамометрии. Функциональное состояние кардиореспираторной системы оценивали по показателям пробы задержки дыхания на вдохе и выдохе, индекса Скибинской, спирографии, кардиоинтервалографии с выполнением активной клиноортостатической пробы. Статистический анализ проведен с применением стандартных методов. *Результаты.* Каждый второй кадет регулярно занимается физкультурой и спортом. Физическое развитие кадетов характеризуется более высокими значениями фазового угла, активной клеточной и скелетно-мышечной массы, динамометрии. Функциональные резервы кардиореспираторной системы по индексу Скибинской, значения времени задержки дыхания на вдохе и выдохе у кадетов превышали в 1,3–1,7 раза показатели учащихся СОШ; количество детей с хорошими результатами проб в группе наблюдения было в 1,4–3,3 раза больше. У кадетов показатели кардиоинтервалографии ВР, ИВР, ВПР и ИН в 1,2–1,6 раза значимо отличались от показателей группы сравнения и свидетельствовали об активации парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в покое и симпатического отдела при нагрузке на стресс-фактор. Каждый третий ребенок группы наблюдения имел исходную ваготонию, гиперсимпатикотонию встречалась в единичных случаях. При проведении нагрузочного теста у 60,8 % кадет регистрировали гиперсимпатикотонический вариант вегетативной реактивности. *Выводы.* Достаточная двигательная активность кадет улучшает показатели физического развития и мышечной силы, что сопровождается увеличением функциональных резервов дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Однако наличие гиперсимпатикотонической вегетативной реактивности может свидетельствовать о напряжении процессов адаптации при нагрузке.

Ключевые слова: физическое развитие; кардиореспираторная система, адаптационные резервы.

Для цитирования: Эйфельд Д.А., Штина И.Е., Маклакова О.А., Валина С.Л. Оценка функциональных резервов кардиореспираторной системы у учащихся кадетского корпуса // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 6 (339). С. 65–70. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-339-6-65-70>

Информация об авторах:

✉ Эйфельд Дарья Александровна – канд. биол. наук, заместитель директора по общим вопросам ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: eisfeld@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0442-9010>.

Штина Ирина Евгеньевна – канд. мед. наук, зав. лабораторией комплексных проблем здоровья детей с клинической группой медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: shtina_irina@fcrisk.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5017-8232>.

Маклакова Ольга Анатольевна – д-р мед. наук, заведующая консультативно-поликлиническим отделением Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения; доцент кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности ФГАОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»; e-mail: olga_mcl@fcrisk.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9574-9353>.

Валина Светлана Леонидовна – канд. мед. наук, заведующий отделом гигиены детей и подростков ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: doc.valina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1719-1598>.

Assessment of Functional Reserves of the Cardiorespiratory System in Students of Cadet Corps

D.A. Eisfeld,¹ I.E. Shtina,¹ O.A. Maklakova,^{1,2} S.L. Valina¹¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Street, Perm, 614045, Russian Federation²Perm State National Research University, 15 Bukirev Street, Perm, 614990, Russian Federation

Summary. *Introduction:* Training in the cadet corps involves an increase in motor activity, which affects the level of functional capabilities of adaptation systems. *The objective* of our work was to study the features of functional reserves of the cardiorespiratory system in cadets. *Materials and methods:* The observation group consisted of 74 cadets aged 10–13 years; the comparison group consisted of 26 secondary school boys. The study of the mode of physical activity was carried out using a questionnaire. Evaluation of fitness and physical performance was carried out according to bioimpedance analysis of body composition and dynamometry. The functional state of the cardiorespiratory system was assessed by the parameters of the breath holding test during inhalation and exhalation, the Skibinskaya index, spirography, cardiointervallography with an active clinoothostatic test. Statistical analysis was performed using standard methods. *Results:* Every second cadet regularly goes in for physical education and sports. The physical development of cadets is characterized by higher values of the phase angle, active cellular and musculoskeletal mass, and dynamometry. The functional reserves of the cardiorespiratory system according to the Skibinskaya index, the values of the breath holding time during inhalation and exhalation in cadets were 1.3–1.7 times higher than those in secondary school boys; the number of children with good test results in the observation group was 1.4–3.3 times more than that in the controls. The indices of cardiointervallography (variation range, vegetative balance index, vegetative balance index, and tension index) in cadets differed significantly from those in the comparison group (by 1.2–1.6 times) and indicated the activation of the parasympathetic part of the autonomic nervous system at rest and the activity of the sympathetic part under load in response to a stress factor. Every third child in the observation group had an initial vagotonia; hypersympathicotonia was found in isolated cases. A hypersympathicotonic variant of autonomic reactivity was registered in 60.8 % of cadets during the exercise test. *Conclusion:* Sufficient physical activity of cadets improves the indices of physical development and muscle strength, which is accompanied by an increase in the functional reserves of the respiratory and cardiovascular systems. However, the presence of hypersympathicotonic autonomic reactivity may indicate tension of adaptation processes during exercise.

Keywords: cadets, physical development, cardiorespiratory system, adaptation reserves.

For citation: Eisfeld DA, Shtina IE, Maklakova OA, Valina SL. Assessment of functional reserves of the cardiorespiratory

system in students of cadet corps. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; (6(339)):65–70. (In Russian). doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-339-6-65-70>

Author information:

✉ Darja A. **Eisfeld**, Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for General Issues, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor); e-mail: eisfeld@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0442-9010>.

Irina E. **Shtina**, Candidate of Medical Sciences, Head of the Laboratory of Complex Problems of Children's Health with a Clinical Group of Medical and Preventive Technologies for Managing Public Health Risks, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: shtina_irina@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5017-8232>.

Olga A. **Maklakova**, D.M.Sc., Head of the Consultative Polyclinic Department, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; Associate Professor, Department of Human Ecology and Life Safety, Perm State National Research University; e-mail: olga_mcl@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9574-9353>.

Svetlana L. **Valina**, Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Pediatric Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies; e-mail: doc.valina@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1719-1598>.

Введение. В настоящее время в Российской Федерации активно развивается кадетское образование. Достаточная физическая активность имеет важнейшее значение для укрепления здоровья детей, включая улучшение состояния органов дыхания, сердечно-сосудистой, костно-мышечной систем, поддержание оптимальной массы тела, а также уровень психосоциального развития личности¹ [1–3]. По данным ВОЗ² и научных исследований, только у каждого пятого подростка двигательная активность соответствует умеренной и высокой интенсивности [4–5]. Регулярные военно-спортивные тренировки в кадетском корпусе формируют выносливость организма, оказывают благоприятное влияние на состояние адаптивных процессов и способствуют сохранению уровня здоровья кадет в целом, если предъявляемые требования не превышают адаптационных возможностей организма [6–9]. Состояние вегетативной регуляции является определяющим фактором в поддержании гомеостатических констант организма на физиологическом уровне и в процессе развития адаптации к нагрузкам. Достаточная двигательная активность позитивно влияет на физическое развитие и отражается на функциональном состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой систем [2, 10–11].

Цель – изучить особенности функциональных резервов кардиореспираторной системы у учащихся кадетского корпуса

Материалы и методы. Проведено одномоментное выборочное контролируемое исследование в период календарного (2019) года. Группу наблюдения составили 74 мальчика 10–13 лет (средний возраст $12,03 \pm 1,4$ лет), обучающихся в режиме школы полного дня с усиленной физической подготовкой, реализующейся через предметы дополнительного кадетского образования, в общеобразовательном учреждении «Кадетский корпус» (КК). В группу сравнения включены 26 учащихся мужского пола (средний возраст $11,9 \pm 1,3$ года/лет) средней общеобразовательной школы (СОШ). Группы сопоставимы по возрастному

критерию и социальному фактору ($p > 0,1$). Из исследования были исключены дети с острыми респираторными заболеваниями, обострением хронических заболеваний и врожденной патологией.

Анализ физической активности выполнен по результатам раздаточного анкетирования учащихся и их родителей, содержащего вопросы о занятиях физкультурой вне школьной программы.

В ходе исследования выполнен анализ результатов антропометрического, клинического и инструментального исследования. С целью оценки физического развития и тренированности детей, включенных в исследование, выполнен биоимпедансный анализ (БИА) состава тела по стандартной методике на анализаторе ABC-01 «Медасс». Проведено сравнение антропометрических измерений (рост, масса, ИМТ) и значений параметров БИА: жировая масса (ЖМ, кг) и ее доля (%), активная клеточная масса (АКМ, кг) и ее доля (%), фазовый угол (ФУ, град.), скелетно-мышечная масса (СММ, кг) и ее доля (%)³. Мышечную силу учащихся оценивали по данным динамометрии правой и левой руки.

Анализ функции внешнего дыхания проведен на основании абсолютных значений показателей форсированной жизненной емкости легких (FVC) и объема форсированного выдоха за первую секунду (FEV1) по результатам спирографии, выполненной на спирометре Schiller SP-1 (Schiller AG, Швейцария).

Адаптационные резервы дыхательной и сердечно-сосудистой систем изучали с помощью функциональных проб, предусматривающих определение максимальной продолжительности произвольной задержки дыхания после вдоха (проба Штанге) и после выдоха (проба Генча), а также по индексу Скибинской (ИС), рассчитанному по формуле: $ИС = 0,01 \text{ ФЖЕЛ} \times 3Д / ЧСС$, где ЧСС – частота сердечных сокращений (по пульсу), уд./мин, ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких, мл; 3Д – время задержки дыхания после спокойного вдоха, секунд^{4,5}.

¹ Образовательное право. Законодательство об образовании. Информационный портал. Современное кадетское образование в России: состояние нормативно-правового регулирования. Available at: http://www.lexed.ru/obrazovatelnoe-pravo/analitika/detail.php?ELEMENT_ID=5495

² ВОЗ. Подростки: риски для здоровья и их пути решения. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions>.

³ Николаев Д.В., Щелькалина С.П. Лекции по биоимпедансному анализу состава тела человека. М., 2016.

⁴ Малозёмов О.Ю., Жданов Ю.С. Подготовка и проведение методико-практических занятий по дисциплине «Физическая культура и спорт» в вузе: методические указания для обучающихся всех специальностей по дисциплине «Физическая культура и спорт». Екатеринбург, 2020. 30 с.

⁵ Кильдиярова Р.Р. Лабораторные и функциональные исследования в практике педиатра [Электронный ресурс]. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 192. Режим доступа: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970433911.html> (дата обращения: 02.09.2019).

Для оценки вегетативного статуса обучающихся выполнена оценка вариабельности ритма сердца на основании результатов кардиоинтервалографии (КИГ) с клиноортостатической пробой («Поли-Спектр-8/ЕХ», Нейрософт, Россия). Анализировались следующие параметры вариационной пульсометрии по Баевскому Р.М.: мода (M_o , с), амплитуда моды ($A M_o$, %), вариационный размах ($B P$, с), индекс вегетативного равновесия ($I B P$), вегетативный показатель ритма ($B P P$, у.е.), индекс напряженности ($I H$, у.е.). Повышение M_o , $B P$ при снижении $A M_o$, $I H$, $I B P$, $B P P$ расценивали как преобладание парасимпатического звена вегетативной регуляции, обратное изменение данных параметров оценивали как доминирование симпатического звена. По стандартной методике проведена оценка исходного вегетативного тонуса и вегетативной реактивности^{6,7}.

Исследование проведено с соблюдением правил медицинской этики, одобрено Этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». У всех законных представителей обследованных детей предварительно было получено добровольное информированное согласие.

Статистический анализ параметрических и непараметрических данных проведен с применением методов стандартной статистики и пакета статистических функций Microsoft Excel, 2010. Выполнен расчет величин среднегрупповых значений (M) и ошибки средней арифметической (m) параметров ($M \pm m$), сравнение относительных значений с помощью критерия χ^2 и корреляционный анализ для выявления связей между факторами и результирующими показателями. Различия считали статистически значимыми при заданном $p \leq 0,05$.

Результаты. Оценка двигательной активности школьников по результатам анкетирования показала, что доля кадет, занимающихся спортом регулярно (5 и более раз в неделю), в 2,1 раза больше относительно учащихся СОШ (56,5 % против 27 %, $p = 0,007$), занимающихся через день — меньше в 1,5 раза (43,6 % против 65,4 %, $p = 0,04$), среди учащихся СОШ выявлено 7,7 %

детей, посещающих спортивные секции редко (реже 2 раз в неделю), при отсутствии таковых среди кадет ($p = 0,003$).

На основании результатов БИА состава тела, представленных в табл. 1, установлено, что средние значения роста, веса и индекса массы тела у учащихся исследованных образовательных организаций достоверно не отличались. У мальчиков, обучающихся в кадетском корпусе, регистрировали более высокие значения параметров, характеризующих физическое развитие, тренированность и двигательную активность: фазовый угол ($p < 0,001$); активная клеточная масса ($p = 0,007$) и ее доля ($p < 0,001$); скелетно-мышечная масса ($p = 0,08$) и ее доля ($p = 0,04$). Значения жировой массы и ее доли у воспитанников кадетского корпуса были в 1,4–1,6 раза ниже аналогичных показателей в СОШ ($p = 0,0005–0,004$) (табл. 1). Позитивное влияние регулярности занятий физической культурой на уровень тренированности подтверждено полученной зависимостью между частотой занятий и фазовым углом ($r = 0,21$; $p = 0,01$).

Сравнительный анализ результатов динамометрии показал большие средние значения у учащихся кадетского корпуса относительно учащихся СОШ в 1,4 и 1,3 раза правой и левой руки соответственно ($25,67 \pm 1,42$ против $18,85 \pm 2,41$ Н и $23,77 \pm 1,18$ против $17,90 \pm 2,06$ Н; $p < 0,001$). В ходе корреляционного анализа получены зависимости изучаемых параметров: ФУ — результаты динамометрии ($r = 0,43–0,44$; $p < 0,001$). Результаты компонентного состава тела и динамометрии свидетельствуют о физической тренированности учащихся кадетского корпуса.

При оценке функциональных резервов кардиореспираторной системы установлено, что среднее значение ИС в группе наблюдения было в 1,7 раза выше группы сравнения ($p < 0,001$), пробы Штанге и пробы Генча — в 1,3 раза ($p < 0,001$) (табл. 2). В группе наблюдения хорошие результаты значения ИС регистрировали у детей в 3,3 раза чаще ($p = 0,03$), а сниженные показатели пробы Штанге и Генча — в 1,4–1,5 раза реже относительно

Таблица 1. Показатели биоимпедансного анализа состава тела у детей, $M \pm m$
Table 1. Indicators of bioimpedance analysis of body composition in children, $M \pm m$

Показатель / Parameter	Группа наблюдения / Observation group	Группа сравнения / Comparison group	p
Рост, см / Height, cm	$155,72 \pm 3,17$	$153,60 \pm 3,96$	0,42
Вес, кг / Weight, kg	$45,19 \pm 2,99$	$46,31 \pm 4,9$	0,72
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	$18,39 \pm 0,69$	$19,32 \pm 0,46$	0,29
Фазовый угол 50 кГц, град / Phase angle 50 kHz, degrees	$6,28 \pm 0,56$	$5,81 \pm 0,44$	0,000
ЖМ, % / Fat mass, %	$77,02 \pm 10,06$	$121,34 \pm 25,59$	0,004
Доля ЖМ, % / Proportion of fat mass, %	$15,06 \pm 5,90$	$21,45 \pm 8,41$	0,0005
АКМ, % / Active cell mass, %	$90,02 \pm 3,38$	$82,89 \pm 3,8$	0,007
Доля АКМ, % / Proportion of active cell mass, %	$55,03 \pm 1,33$	$52,67 \pm 1,42$	0,000
СММ, % / Musculoskeletal mass, %	$118,37 \pm 5,4$	$109,83 \pm 6,15$	0,04
Доля СММ, % / Proportion of musculoskeletal mass, %	$58,05 \pm 0,88$	$56,35 \pm 1,57$	0,08

⁶ Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Кукушкин Ю.А. и соавт. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации). Вестник аритмологии. 2001;(24):65–86.

⁷ Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново, 2002.

группы сравнения ($p = 0,02-0,007$). Кроме того, в группе наблюдения показатели форсированной жизненной емкости легких и объем форсированного выдоха за первую секунду были значимо выше ($p = 0,03-0,05$). Влияние степени физического развития на функциональное состояние подтверждено полученными зависимостями между показателями БИА и параметрами кардиореспираторных проб: ФУ – значение ИС ($r = 0,45$; $p < 0,001$), СММ – значение ИС ($r = 0,43$; $p < 0,001$), доля СММ – время задержки дыхания на вдохе и выдохе ($r = 0,025-0,46$; $p < 0,05$), доля СММ, ФУ – ФЖЕЛ и ОФВ1 ($r = 0,29-0,41$; $p < 0,01$).

По данным вариационной пульсометрии по Баевскому Р.М., у кадет в состоянии покоя в регуляции сердечного ритма преобладает парасимпатическое влияние, о чем свидетельствовало увеличение в 1,3 раза показателя ВР ($p = 0,02$) при снижении значений АМо в 1,2 раза ($p = 0,06$), ИВР – в 1,5 раза ($p = 0,04$), ВПР – в 1,4 раза ($p = 0,02$), ИН – в 1,6 раза ($p = 0,04$) относительно показателей учащихся СОШ (табл. 3).

При оценке исходного вегетативного тонуса выявлено, что в группе наблюдения ваготонию покоя регистрировали в 2,2 раза чаще, чем в

группе сравнения ($p = 0,04$), в то время как гиперсимпатикотонию – в 7,1 раза реже ($p = 0,005$) (табл. 3). Эйтонию наблюдали с равной частотой ($p = 0,8$).

Меньшие средние значения ИВР, ВПР, ИН ($p = 0,03$) на фоне большего ВР ($p = 0,03$) при проведении ортостатической пробы указывают на менее выраженную активацию симпатической нервной системы на нагрузку у учащихся КК относительно учащихся СОШ, что может характеризовать более качественный адаптационный ответ на стрессовый фактор.

Анализ структуры вегетативной реактивности достоверных межгрупповых отличий не выявил (табл. 4). Гиперсимпатикотоническую вегетативную реактивность в группе наблюдения встречали в 1,3 раза чаще, но разница не имела статистической значимости ($p = 0,2$).

Обсуждение. Результаты анкетирования свидетельствуют о большей приверженности кадет к занятиям физической культурой, что сопрягается с ранее проведенными исследованиями. Важными решающими факторами, влияющими на регулярность двигательной активности, на наш взгляд, является удобство проведения дополнительных занятий для учащихся кадетского корпуса и мотивирование

Таблица 2. Результаты функциональных проб кардиореспираторной системы у групп исследования

Table 2. Results of functional tests of the cardiorespiratory system in the study groups

Результат / Result	Группа наблюдения / Observation group	Группа сравнения / Comparison group	p
Отличное значение ИС, % / Excellent value of Skibinskaya index (IS), %	4,1	0	0,40
Хорошее значение ИС, % / Good value of IS, %	25,7	7,7	0,03
Удовлетворительное значение ИС, % / Satisfactory value of IS, %	66,3	84,7	0,04
Неудовлетворительное значение ИС, % / Unsatisfactory value of IS, %	4,1	7,7	0,28
Среднее значение ИС, у.е. / Average value of IS, c.u.	26,31 ± 2,47	15,06 ± 1,46	< 0,001
Доля детей со сниженными значениями пробы Штанге, % / The proportion of children with low results of the Stange test, %	64,7	88,5	0,02
Среднее значение пробы Штанге, с / Average value of Stange sample, s	55,18 ± 2,7	42,90 ± 3,53	< 0,001
Доля детей со сниженными значениями пробы Генча, % / The proportion of children with low values of the Hench test, %	56,8	84,7	0,007
Среднее значение пробы Генча, с / Average value of the Hench sample, s	22,4 ± 1,7	17,64 ± 1,96	< 0,001
ФУ – ФЖЕЛ / Forced vital capacity, L	3,29 ± 0,14	3,02 ± 0,24	0,05
ОФВ1, л / Forced expiratory volume (FEV1), L	2,84 ± 0,11	2,60 ± 0,20	0,03

Таблица 3. Результаты вариабельности ритма сердца у детей при фоновой записи (в покое)

Table 3. Results of measuring heart rate variability in children at rest

Показатель / Parameter	Группа наблюдения / Observation group	Группа сравнения / Comparison group	p
Показатели КИГ по Баевскому Р.М., М ± m / Results of cardiointervalography according to Baevsky R.M., M ± m			
ЧСС, уд./мин / Heart rate, beats/min	74,12 ± 2,36	77,31 ± 4,48	0,22
Мо, с / Mode, s	0,83 ± 0,03	0,79 ± 0,06	0,19
АМо, % / Mode amplitude, %	33,12 ± 2,67	38,52 ± 5,06	0,06
ВР, с / Variation range, s	0,48 ± 0,05	0,38 ± 0,07	0,02
ИВР, у.е. / Vegetative balance index, c.u.	89,42 ± 16,97	136,04 ± 40,8	0,04
ВПР, у.е. / Vegetative rhythm index, c.u.	3,10 ± 0,37	4,26 ± 0,94	0,02
ИН, у.е. / Tension index, c.u.	57,45 ± 12,27	92,44 ± 31,56	0,04
Структура исходного вегетативного тонуса, % / The structure of the initial vegetative tone, %			
Ваготония / Vagotonia	33,8	15,4	0,04
Эйтония / Eutonia	52,7	50	0,8
Симпатикотония / Sympathicotonia	10,8	15,4	0,5
Гиперсимпатикотония / Hypersympathicotonia	2,7	19,2	0,005

Таблица 4. Результаты вариабельности ритма сердца у детей при ортостатической пробе
Table 4. Results of heart rate variability in children with orthostatic test

Показатель / Parameter	Группа наблюдения / Observation group	Группа сравнения / Comparison group	p
Показатели КИГ по Баевскому Р.М., $M \pm m$ / Results of cardiointervalography according to Baevsky R.M., $M \pm m$			
ЧСС, уд./мин / Heart rate, beats/min	100,28 \pm 2,76	101,85 \pm 6,09	0,63
Мо, с / Mode, s	0,6 \pm 0,02	0,6 \pm 0,04	0,82
АМо, % / Mode amplitude, %	43,34 \pm 2,58	47,98 \pm 6,11	0,16
ВР, с / Variation range, s	0,34 \pm 0,03	0,28 \pm 0,05	0,03
ИВР, у.е. / Vegetative balance index, c.u.	149,21 \pm 17,72	231,66 \pm 71,60	0,03
ВПР, у.е. / Vegetative rhythm index, c.u.	5,65 \pm 0,52	7,73 \pm 1,85	0,03
ИН, у.е. / Tension index, c.u.	129,84 \pm 17,62	214,49 \pm 77,32	0,03
Структура вегетативной реактивности, % / Structure of vegetative reactivity, %			
Асимпатикотоническая / Asympathicotonic	4,1	0	0,3
Нормальная / Normal	35,1	53,8	0,09
Гиперсимпатикотоническая / Hypersympathicotonic	60,8	46,2	0,2

учащихся образовательной организацией к здоровому образу жизни. Образовательный процесс, устроенный по типу школы полного дня, исключает необходимость выделения излишних временных и других затрат на организацию дополнительного образования детей и способствует увеличению доли учащихся с достаточной физической активностью [12–16].

Большие значения динамометрии, фазового угла, скелетно-мышечной и активной клеточной массы на фоне относительно низких значений жировой массы при равном значении ИМТ указывают на высокий уровень развития мышечной силы, тренированности и выносливости у кадет относительно учащихся СОШ. Результаты БИА компонентного состава тела, динамометрии отражены в лучших результатах функциональных проб и показателях кардиореспираторной системы, что подтверждается зависимостями между значениями параметров БИА, характеризующих двигательную активность (ФУ, СММ, АКМ), и значениями функциональных проб (ИС, время задержки дыхания на вдохе и выдохе) [17–20].

Показатели фоновой вариационной пульсометрии и структура исходного вегетативного тонуса у кадет свидетельствуют о преобладающем влиянии парасимпатической регуляции, отвечающей за экономичность автономной регуляции и отсутствие централизации управления функциями в покое, а также подтверждают позитивное влияние физических нагрузок на вегетативную регуляцию [4, 10, 21].

При этом результаты ортостатической пробы у кадет характеризуют сниженный ответ симпатического отдела вегетативной нервной системы на стресс-фактор при гиперсимпатической вегетативной реактивности, которая, вероятно, обеспечивается нейро-гуморальными механизмами. Согласно анализу литературных данных, полученные результаты могут быть обусловлены как напряжением процессов адаптации к стрессу, так и высокой степенью готовности организма к ответу на раздражающий стимул. У учащихся СОШ вероятен «псевдонормальный» тип вегетативной реактивности, свидетельствующий об

истощении вегетативных регуляторных систем и обусловленный исходно высокой активностью симпатического отдела ВНС^{8,9} [10, 21].

Выводы

1. Организация образовательного процесса в кадетском корпусе с сочетанием предметов обязательного и дополнительного образования в пределах одного учреждения способствует большему охвату детей занятиями физкультурой.

2. Физическое развитие кадет характеризуется большими значениями фазового угла, скелетно-мышечной массы, активной клеточной массы и мышечной силы. Функциональные резервы кардиореспираторной системы кадет в 1,3–1,7 раза превышают уровень учащихся общеобразовательной школы.

3. Вегетативная регуляция работы сердечно-сосудистой системы у кадет в состоянии покоя обеспечивается активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, а гиперсимпатический вариант вегетативной реактивности в ответ на стресс-фактор может характеризовать напряжение процессов адаптации на стресс и высокую степень готовности организма к ответу на раздражающий стимул.

Информация о вкладе авторов: Эйфельд Д.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста; Штина И.Е. — сбор и обработка материала, написание текста; Маклакова О.А. — сбор и обработка материала, редактирование текста; Валина С.Л. — сбор материала, редактирование текста; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи — все авторы.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

(пп. 3–5, 9, 10, 15, 16, 19–21 см. References)

1. Кузнецова А.П., Тятенкова Н.Н. Сравнительная характеристика резервных возможностей кардиореспираторной системы у подростков в зависимости от гармоничности физического развития. Ярославский педагогический вестник. 2013. Т. 3. № 2. С. 109–113.
2. Новоселова Е.Н. Роль семьи в формировании здорового образа жизни и смягчении факторов риска,

⁸ Козлова Л.В., Самсыгина Г.А., ред. Вегетативная дисфункция у детей и подростков: Учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.

⁹ Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново, 2002.

- угрожающих здоровью детей и подростков. Анализ риска здоровью. 2019. № 4. С. 175–85. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.19>
6. Скрыпник О.Ю., Климацкая Л.Г., Меняйло А.В., Лесовская М.И., Макарская Г.В., Тарских С.В. Иммунореактивность и адаптационные возможности организма кадет. В кн.: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Север-человек: проблемы сохранения здоровья». Красноярск, 2001. С. 250–1.
 7. Бородина И.Г. Кадетские классы и проблемы сохранения здоровья обучающихся в них детей. Инновационные проекты и программы в образовании. 2009. № 4. С. 3–6.
 8. Богомолова Е.С., Шапошникова М.В., Котова Н.В., Бадеева Т.В., Максименко Е.О., Киселева А.С. и др. Характеристика физического здоровья учащихся современных общеобразовательных организаций. Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 9. С. 956–61. doi: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-956-961>
 11. Буряк В.Н., Журавлева Н.С., Покусаяева О.С. Особенности исходного вегетативного тонуса и вегетативной реактивности при вегетососудистой дисфункции по гипотензивному типу в детском возрасте. Педиатр. 2018. Т. 9. № 2. С. 41–8. doi: <https://doi.org/10.17816/PED9241-48>
 12. Кильдиярова Р.Р. Лабораторные и функциональные исследования в практике педиатра [Электронный ресурс] 3-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2015: 192 с.
 13. Кунгуров Е. Н. Современные подходы в формировании здорового образа жизни воспитанников кадетских училищ // Молодой ученый. 2016; № 28 (132). С. 908–910.
 14. Перекусихин М.В., Васильев В.В., Рябинина Т.В., Васильев Е.В. Санитарно-эпидемиологическое благополучие и здоровье обучающихся образовательных организаций в современных условиях // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 8 (329). С. 31–37. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-329-8-31-37>
 17. Шевко Н.Б. Анализ динамики основных биоимпедансных показателей состава тела спортсменов. Проблемы здоровья и экологии. 2007. № 2 (12). С. 101–5.
 18. Богачев А.Н., Осадшая Л.Б., Грецкая И.Б. Возрастная динамика состояния функциональных резервов школьников с различным уровнем здоровья и двигательной активности. Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=22212>
- References**
1. Kuznetsova AP, Tyatenkova NN. Comparative characteristics of reserve potentialities of the cardiorespiratory system in adolescents according to harmony of physical development. *Yaroslavskiy Pedagogicheskiy Vestnik*. 2013;3(2):109–13. (In Russian).
 2. Novoselova EN. Role played by a family in creating healthy lifestyle and eliminating risk factors that cause threats to children's and teenagers' health. *Health Risk Analysis*. 2019;4(4): 175–85. (In Russian). doi: 10.21668/health.risk/2019.4.19
 3. Alves JGB, Alves GV. Effects of physical activity on children's growth. *J Pediatr (Rio J)*. 2019;95 Suppl 1:72–78. doi: 10.1016/j.jpmed.2018.11.003
 4. Kondratiuk OS, Korshun MM, Garkavyi SI, et al. Hygienic assessment of different forms of physical education lessons organization in primary school. *Wiad Lek*. 2018;71(3 Pt 1):542–545.
 5. Sharma M, Nahar VK. Promoting physical activity in upper elementary children using multi-theory model (MTM) of health behavior change. *J Prev Med Hyg*. 2018;59(4):E267–E276. doi: 10.15167/2421-4248/jpmh2018.59.4.847
 6. Skrypnyk Oyu, Klimatskaya LG, Menyaylo AV, Lesovskaya MI, Makarskaya GV, Tarskikh SV. [Immuno-reactivity and adaptive capabilities of the cadet organism.] In: *North and Man: Problems of Health Preservation: Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with international participation*. Krasnoyarsk; 2001:250–1. (In Russian).
 7. Borodina IG. [Cadet classes and the problems of maintaining health of children studying in them.] *Innovatsionnye Proekty i Programmy v Obrazovanii*. 2009;4(4):3–6. (In Russian).
 8. Bogomolova ES, Shaposhnikova MV, Kotova NV, et al. Characteristics of physical health of students of modern educational institutions. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(9):956–61. (In Russian). doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-9-956-961
 9. Marker AM, Steele RG, Noser AE. Physical activity and health-related quality of life in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Health Psychol*. 2018;37(10):893–903. doi: 10.1037/hea0000653
 10. Curtis BM, O'Keefe JH Jr. Autonomic tone as a cardiovascular risk factor: the dangers of chronic fight or flight. *Mayo Clin Proc*. 2002;77(1):45–54. doi: 10.4065/77.1.45
 11. Buryak VN, Zhuravleva NS, Pokusaeva OS. Features of the initial vegetative tone and vegetative reactivity in vegetative-vascular dysfunction of the hypotensive type in childhood. *Pediatr*. 2018;9(2):41–8. (In Russian). doi: 10.17816/PED9241-48
 12. Kildiyarova RR. [Laboratory and Functional Tests in the Practice of a Pediatrician]. 3rd ed. Moscow: GEOTAR-Media Publ., 2015. (In Russian).
 13. Kungurov EN. [Modern approaches to forming a healthy lifestyle in students of cadet schools.] *Molodoy Uchenyy*. 2016;28(132):908–910. (In Russian). Accessed on April 10, 2021. <https://moluch.ru/archive/132/37067/>
 14. Perekusikhin MV, Vasilyev VV, Ryabinina TV, Vasilyev EV. Sanitary and epidemiologic wellbeing and health of school children in modern conditions. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;8(329):31–37. (In Russian). doi: 10.35627/2219-5238/2020-329-8-31-37
 15. Barbosa SC, Coledam DH, Neto AS, Elias RG, de Oliveira AR. School environment, sedentary behavior and physical activity in preschool children. *Rev Paul Pediatr*. 2016;34(3):301–8. doi: 10.1016/j.rpped.2016.01.001
 16. Weaver RG, Webster CA, Egan C, Campos CMC, Michael RD, Vazou S. Partnerships for active children in elementary schools: Outcomes of a 2-year pilot study to increase physical activity during the school day. *Am J Health Promot*. 2018;32(3):621–630. doi: 10.1177/0890117117707289
 17. Shevko NB. Analysis of the dynamics of the main bioimpedance parameters of sportsmen body composition. *Problemy Zdorov'ya i Ekologii*. 2007;2(12):101–5. (In Russian).
 18. Bogachev AN, Osadshaya LB, Gretskaya IB. [Age dynamics of the status of functional reserves in schoolchildren with different levels of health and motor activity.] *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2015;3(3). (In Russian). Accessed on April 10, 2021. <http://science-education.ru/ru/article/view?id=22212>
 19. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis – clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr*. 2012;31(6):854–61. doi: 10.1016/j.clnu.2012.05.008
 20. Langer RD, da Costa KG, Bortolotti H, Fernandes GA, de Jesus RS, Gonçalves EM. Phase angle is associated with cardiorespiratory fitness and body composition in children aged between 9 and 11 years. *Physiol Behav*. 2020;215:112772. doi: 10.1016/j.physbeh.2019.112772
 21. Cayres SU, Vanderlei LC, Rodrigues AM, et al. Prática esportiva está relacionada à atividade parasimpática em adolescentes [Sports practice is related to parasympathetic activity in adolescents]. *Rev Paul Pediatr*. 2015;33(2):174–80. (In Portuguese). doi: 10.1016/j.rpped.2014.09.002