



Маклакова О.А.^{1,2}, Эйфельд Д.А.¹, Зайцева Н.В.^{1,2}

Оценка адаптационных возможностей младших школьников, обучающихся в различных образовательных организациях

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь, Россия;

²ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь, Россия

Введение. Инновационное обучение сопровождается интенсификацией образовательного процесса и возрастанием учебных нагрузок, что приводит к напряжению адаптационных систем организма, особенно в младшем школьном возрасте.

Цель исследования — оценка особенностей адаптационных возможностей младших школьников при различных типах учебно-воспитательного процесса. **Материалы и методы.** Для изучения особенностей адаптационных возможностей младших школьников проведено клиническое обследование 183 детей (51,4% мальчиков и 48,6% девочек, средний возраст $9,51 \pm 0,17$ года), обучающихся на начальном уровне в лицее (группа А), школе с углублённым изучением предметов физико-математического цикла (группа Б) и средней общеобразовательной школе (группа В). В образовательных учреждениях выполнен анализ напряжённости учебной деятельности. Оценка адаптационных возможностей детей проводилась по функциональным показателям сердечно-сосудистой, вегетативной нервной системы и уровню катехоламинов в крови.

Результаты. Для общеобразовательных учреждений начального уровня характерно увеличение напряжённости учебной деятельности. Установлено, что у младших школьников лицея до 1,5 раза выше интеллектуальные и сенсорные нагрузки; в школе с углублённым изучением физико-математических предметов в 1,3–1,4 раза выше монотонность учебных нагрузок; в общеобразовательной школе выше до 1,8 раза эмоциональные нагрузки. У $\frac{2}{3}$ младших школьников отмечается напряжение функциональных резервов сердечно-сосудистой системы, обусловленное увеличением продолжительности учебных нагрузок. У 36% учеников начальной школы с углублённым изучением физико-математических предметов развивается напряжение адаптационных механизмов, связанное с монотонностью учебных нагрузок, сопровождающееся снижением уровня норадреналина в крови. Риск развития напряжения механизмов адаптации выше до 4,9 раза у детей в школе с углублённым изучением физико-математических предметов. У 48,5–56,7% учащихся лицея и общеобразовательной школы возникает вегетативный дисбаланс, проявляющийся активацией адаптационно-трофического влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы и связанный с продолжительностью учебной деятельности.

Заключение. Увеличение интенсивности учебного процесса приводит к нарушению компенсаторно-приспособительных механизмов у младших школьников.

Ключевые слова: младшие школьники; учебно-воспитательный процесс; напряжённость учебной деятельности; адаптация

Для цитирования: Маклакова О.А., Эйфельд Д.А., Зайцева Н.В. Оценка адаптационных возможностей младших школьников, обучающихся в различных образовательных организациях. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (5): 495–500. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-5-495-500>

Для корреспонденции: Маклакова Ольга Анатольевна, доктор мед. наук, зав. консультативно-поликлиническим отделением ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: olga_mcl@fcrisk.ru

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Зайцева Н.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Эйфельд Д.А. — сбор и обработка материала; Маклакова О.А. — сбор и обработка материала, написание текста, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 16.02.2021 / Принята к печати 18.05.2021 / Опубликована 15.06.2021

Olga A. Maklakova^{1,2}, Darya A. Einfeld¹, Nina V. Zaitseva^{1,2}

Assessing adaptation capabilities in primary school children attending schools with different educational processes

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

²Perm State University, Perm, 614990, Russian Federation

Introduction. Innovative teaching and learning systems involve intensification of the educational process and greater academic loads; it results in the exertion of adaptation systems in a body, especially when it comes to primary school children.

Purpose of the study. Our research goal was to assess peculiarities of adaptation capabilities in primary school children who attended schools with different educational processes.

Material and methods. To study peculiarities of adaptation capabilities in primary school children, we performed a clinical examination of 183 children (51.4% boys and 48.6% girls, the average age being 9.51 ± 0.17) who attended a lyceum (group A), a school with advanced studies of physics and mathematics (Group B), and an ordinary secondary school (Group C). We also analyzed how intense educational loads were in all three educational establishments. Children's adaptation capabilities were assessed as per functional parameters of their cardiovascular and vegetative nervous systems and catecholamines' contents in blood.

Results. The entry-level secondary schools tend to have more intense educational processes. We established that primary school children who attended a lyceum faced 1.5 times greater intellectual and sensory loads; children who attended a school with advanced studies of physics and mathematics had educational loads that were 1.3–1.4 times more monotonous than in other establishments; children who attended an ordinary school had to bear 1.8 times higher emotional loads. $\frac{2}{3}$ primary school children had exertion of functional reserves in their cardiovascular system caused by a longer educational load duration. 36% of primary school children who attended a school with advanced studies of physics and mathematics had tension in their adaptation mechanisms caused by monotonous educational loads combined with lower norepinephrine contents in blood. Those children also ran up to 4.9 times higher risks of adaptation mechanism exertion. 48.5–56.7% of

children who attended a lyceum and an ordinary school had vegetative imbalance that became apparent via activated adaptation-trophic influence promoted by the sympathetic section in the vegetative nervous systems and related to the duration of learning activities.

Conclusion. Intensification of the educational process results in disorders of compensatory-adaptation mechanisms in primary school children.

Keywords: primary school children; educational process; intense educational activities; adaptation

For citation: Maklakova O.A., Eisfeld D.A., Zaitseva N.V. Assessing adaptation capabilities in primary school children attending schools with different educational processes. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2021; 100 (5): 495-500. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-5-495-500> (In Russ.)

For correspondence: Olga A. Maklakova, MD, Ph.D., DSci, Head of the Department of Consultative and Outpatient Department Federal State Budgetary Institution Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: olga_mcl@fcrisk.ru

Information about authors:

Maklakova O.A., <https://orcid.org/0000-0001-9574-9353>; Eisfeld D.A., <https://orcid.org/0000-0002-0442-9010>; Zaitseva N.V., <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution of the authors: Zaitseva N.V. – research concept and design, editing of text, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Eisfeld D.A. – data collection and processing; Maklakova O.A. – data collection and processing, text writing, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: February 16, 2021 / Accepted: May 18, 2021 / Published: June 15, 2021

Введение

Сохранение здоровья детей является приоритетной задачей профилактической медицины [1–3]. За последние годы отмечается постепенное ухудшение состояния здоровья детей и подростков, особенно в период школьного обучения. Отмечено, что к выпускным классам количество учащихся, имеющих различную патологию, возрастает до 4 раз [1, 4–8]. Среди основных факторов, определяющих развитие и состояние здоровья детей во время получения среднего образования, весомое значение имеет организация образовательного процесса, включающая объём и продолжительность учебной нагрузки, формирование оптимального расписания уроков и т. п. [6, 8–13].

Современные образовательные инновации, как правило, повышающие интенсивность учебного процесса, в сочетании с воздействием других внутришкольных факторов риска и снижением двигательной активности приводят к напряжённому компенсаторно-приспособительным реакциям организма, особенно в младшем школьном возрасте [7, 8, 12–18]. Адаптация организма к неблагоприятным воздействиям среды обитания в значительной степени обеспечивается уровнем функционирования кардиореспираторной и вегетативной нервной системы [14, 15, 17, 19–21].

Результаты проведённых исследований показали, что школьники испытывают стресс на протяжении всего учебного года, который более выражен у обучающихся в инновационных образовательных организациях. При этом адаптация к учебным нагрузкам происходит благодаря мобилизации функциональных резервов и требует активации регуляторных систем организма ребёнка, которая протекает на фоне перенапряжения и более быстрого истощения симпатно-адреналовой системы. Это приводит к нарушению деятельности нервной системы, ослаблению адаптивных и защитных функций организма и сопровождается развитием различных функциональных расстройств и заболеваний у школьников [14–17, 19, 22–24]. Кроме того, высокая вегетативная лабильность, пластичность нервных процессов у детей начальной школы в условиях повышенной учебной деятельности способствуют изменению психофизиологической адаптации, накоплению утомления и снижению работоспособности и успеваемости [24–27]. Следует учитывать и то, что в младшем школьном возрасте при незавершённости морфофункционального развития и лабильности физиологических процессов ребёнок остро реагирует на неблагоприятные факторы среды, что может приводить не только к увеличению частоты острых заболеваний, но и формированию и прогрессированию хронической патологии [1, 4, 9, 28, 29].

Таким образом, в настоящее время остаются актуальными вопросы изучения влияния интенсификации различных образовательных программ на адаптационный и резервный потенциал организма младших школьников.

Цель исследования – оценить особенности адаптационных возможностей младших школьников, обучающихся в различных образовательных организациях.

Материалы и методы

Для изучения особенностей адаптационных возможностей младших школьников в конце учебного года проведено клиническое обследование 183 детей (51,4% мальчиков и 48,6% девочек), обучающихся в 1–4-х классах, из них в группу А включены 68 учеников лицея № 10 г. Перми (средний возраст $9,44 \pm 0,32$ года), группа Б включала 25 учащихся средней общеобразовательной школы № 9 им. А.С. Пушкина с углублённым изучением предметов физико-математического цикла (средний возраст $9,71 \pm 0,26$ года), группу В составили 90 человек средней общеобразовательной школы № 6 (средний возраст $9,51 \pm 0,25$ года). Формирование групп проводилось методом случайной выборки, группы исследования были сопоставимы по социальным показателям и половозрастному составу ($p = 0,19–0,73$). Из исследования были исключены дети, имеющие на момент осмотра острое респираторное заболевание или обострение хронической соматической патологии.

Скрининговое клиническое обследование проводилось в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации (с изменениями и дополнениями 2008 г.) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ИСО Е6 GCP), одобрено Этическим комитетом ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН» (протокол № 2, 2016 г.). Перед началом исследования у законных представителей детей было получено письменное добровольное информированное согласие.

Для изучения напряжённости учебной деятельности обучающихся выполнена гигиеническая оценка режима образовательного процесса на соответствие требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10 (учебные программы, расписание уроков одной типовой рабочей недели и перемен, используемые при обучении детей) и Федеральным рекомендациям по оказанию медицинской помощи обучающимся «Гигиеническая оценка напряжённости учебной деятельности обучающихся» ФР РОШУМЗ-16-2015 (интеллектуальные, эмоциональные и сенсорные нагрузки во время урока, их монотонность и режим работы). Оценка образовательного режима проведена под руководством сотрудников кафедры естественно-математического образования в начальной школе Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета.

Клинико-функциональное обследование включало: осмотр врачами-специалистами (педиатр, невролог) с анализом медицинской карты ребёнка для образовательных учреждений (форма № 026/у-2000), лабораторную диагностику (общеклинический и биохимический анализы крови, исследование содержания в крови катехоламинов – адреналина, дофамина, норадреналина). Исследования выполнены по стандартным методикам, отклонения соответствующих лабораторных показателей оценивались по возрастным физиологическим нормативам. Для оценки адаптационных возможностей организма младших школьников использовались следующие показатели: уровень артериального давления,

Таблица 1 / Table 1

Результаты оценки напряжённости учебной деятельности в исследуемых образовательных учреждениях, у.е.**The results of assessing the intensity of educational activity in the studied educational institutions, c.u.**

Показатель Index	Группа А Group A	Группа Б Group B	Группа В Group C	p^1	p^2	p^3
Интеллектуальные нагрузки Intelligent loads	3.0 ± 0.41	2.03 ± 0.20	2.52 ± 0.21	0.002	0.001	0.001
Сенсорные нагрузки Sensory loads	2.0 ± 0.56	1.62 ± 0.13	1.65 ± 0.17	0.05	0.63	0.032
Эмоциональные нагрузки Emotional stress	2.02 ± 0.32	1.25 ± 0.00	2.28 ± 0.37	0.08	0.001	0.001
Монотонность нагрузок Monotonicity of loads	2.02 ± 0.38	2.75 ± 0.31	2.08 ± 0.15	0.62	0.001	0.001
Режим работы Working hours	1.48 ± 0.43	1.67 ± 0.00	1.75 ± 0.33	0.1	0.41	0.14
Общий показатель напряжённости учебного труда General index of the intensity of educational labor	2.1 ± 0.33	1.86 ± 0.16	2.05 ± 0.19	0.79	0.13	0.19

Примечание. Здесь и в табл. 2: достоверность различий между группами: p^1 – А и В; p^2 – Б и В; p^3 – А и Б.

Note. Here and in table. 2: p^1 – reliability of differences between group A and group B; p^2 – reliability of differences between group B and group C; p^3 – reliability of differences between group A and group B.

индекс Кердо, индекс Робинсона, коэффициент выносливости и адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы (по Р.М. Баевскому).

Статистический анализ полученной информации выполнен стандартными методами описательной статистики, проведён расчёт относительного риска (RR) и его 95% доверительного интервала (CI), достоверность нижней границы которого превышала 1. Для установления причинно-следственных связей между воздействием факторов учебно-воспитательного процесса и показателями адаптации школьников выполнено математическое моделирование с помощью однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера (F), коэффициенту детерминации (R^2) и t -критерию Стьюдента при уровне статистической значимости $p \leq 0,05$ [30].

Результаты

Гигиеническая оценка реализации учебно-воспитательного процесса показала, что обучение младших школьников в исследованных образовательных организациях проходило в две смены, из них во вторую смену учились 46,7–51,5% детей. Продолжительность академических занятий соответствовала гигиеническим нормативам. При этом длительность малых перемен в лицее и школе с углублённым изучением физико-математических предметов составляла лишь 5 мин, что нарушало требования п. 10.12 СанПиН 2.4.2.2821-10, в то время как в общеобразовательном учреждении (группа В) они длились 10 мин. Продолжительность больших перемен в младших классах исследуемых образовательных учреждений была организована в соответствии с гигиеническими нормативами. Достаточный перерыв между сменами и факультативными занятиями в расписании был предусмотрен только в образовательном учреждении группы В (до 50 мин), в то время как в двух других школах он либо отсутствовал (группа Б), либо составлял только 10 мин (группа А) (нарушение п. 10.13 СанПиН 2.4.2.2821-10).

Анализ учебного расписания показал, что только в общеобразовательной школе (группа В) осуществлялось чередование различных по сложности предметов как в течение учебного дня, так и в течение недели, в других образовательных учреждениях такое чередование уроков отсутствовало (требование п. 10.8 СанПиН 2.4.2.2821-10). Оценка учебной нагрузки по шкале трудностей учебных предметов выявила, что наивысший уровень нагрузки в общеобразовательной школе

(группа В) приходился на среду, а понедельник и пятница являлись облегчёнными днями. В лицее и школе с углублённым изучением физико-математических предметов максимальный уровень учебной нагрузки отмечался два учебных дня (группа А – среда и четверг; группа Б – среда и пятница). Следует отметить также, что в образовательном учреждении группы А понедельник и пятница также имели высокий балл умственной нагрузки. Кроме того, если недельная нагрузка в первых классах исследуемых образовательных учреждений не превышала 21 ч, то к четвёртому классу она составляла от 23 ч (в общеобразовательной школе) до 31 академического часа (в школе с углублённым изучением физико-математических предметов). Уроки физической культуры в изучаемых образовательных учреждениях проводились 3 раза в неделю, что соответствовало объёму максимально допустимой недельной нагрузки.

Гигиеническая оценка напряжённости учебной деятельности показала, что в исследуемых школах образовательный процесс имел допустимый уровень общей напряжённости учебного труда и статистически не различался между группами (табл. 1). Однако младшие школьники лицея (группа А) имели повышенные интеллектуальные нагрузки (1-я степень напряжённости), которые были в 1,2–1,5 раза выше сравнимых образовательных учреждений ($p = 0,001–0,002$).

В школе с углублённым изучением физико-математических предметов показатель монотонности нагрузок достигал первой степени напряжённости, превышая в 1,3–1,4 раза уровень лицея и общеобразовательной школы ($p = 0,001$). По остальным критериям в исследуемых образовательных учреждениях напряжённость учебной деятельности допустимая. Однако сенсорные нагрузки были в 1,2 раза выше в лицее ($p = 0,032–0,05$), а эмоциональные нагрузки до 1,8 раза – в общеобразовательной школе и лицее ($p = 0,001$).

Анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы установил, что показатель среднего динамического артериального давления, отражающий состояние сосудистого тонуса, был статистически значимо выше в группе Б ($p = 0,0007–0,001$) (табл. 2).

Выявлено, что в исследуемых группах средний коэффициент выносливости сердечно-сосудистой системы к нагрузкам превышал физиологическую норму (16–20 у.е.) ($p = 0,016–0,0001$), что свидетельствовало о низком уровне функциональных резервов сердечно-сосудистой системы у детей. Детренированность сердечно-сосудистой системы встречалась у 63,2–72% младших школьников, при этом

Таблица 2 / Table 2

Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы у детей в исследуемых образовательных учреждениях**Indices of the functional state of the cardiovascular and autonomic nervous system in children in the studied educational institutions**

Показатель Index	Группа А Group A	Группа Б Group B	Группа В Group C	p^1	p^2	p^3
Среднее динамическое давление, мм рт. ст. Average dynamic pressure, mm. Hg	134.71 ± 3.72	151.7 ± 6.33	139.41 ± 3.42	0.07	0.0007	0.001
Коэффициент выносливости, у.е. Endurance coefficient, c.u.	22.27 ± 1.43	24.42 ± 2.32	24.56 ± 1.79	0.048	0.92	0.11
Адаптационный потенциал, ед. Adaptive potential, units	1.72 ± 0.07	1.94 ± 0.08	1.82 ± 0.06	0.032	0.027	0.001
Индекс Кердо, у.е. Kerdo index, c.u.	30.37 ± 2.79	20.41 ± 4.39	31.49 ± 2.45	0.55	0.001	0.0002
Индекс Робинсона, у.е. Robinson index, c.u.	85.44 ± 3.97	92.68 ± 3.75	92.22 ± 3.78	0.015	0.86	0.009

в группе Б этот коэффициент был наиболее высоким и составил $27,65 \pm 2,92$ у.е. Установлена достоверная причинно-следственная связь между повышением коэффициента выносливости и режимом учебных нагрузок ($R^2 = 0,78$; $F = 651,65$; $p = 0,0001$).

Оценка индекса Робинсона показала напряжение функциональных резервов сердечно-сосудистой системы ($85-94$ у.е.) у младших школьников в исследованных образовательных учреждениях (см. табл. 2). При этом в $30,9-41,2\%$ случаев у детей отмечалось нарушение регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы, однако статистических межгрупповых различий не выявлено ($p = 0,18-0,91$). Установлена достоверная причинно-следственная связь между повышением индекса Робинсона и режимом учебных нагрузок ($R^2 = 0,37$; $F = 107,09$; $p = 0,0001$).

Несмотря на то что среднегрупповые показатели адаптационного потенциала соответствовали оптимальному уровню (до 2,1 ед.), они имели значимые межгрупповые различия ($p = 0,032-0,001$); так, наиболее высокий показатель зарегистрирован в группе Б (см. табл. 2). Установлено, что 36% учеников группы Б испытывали напряжение механизмов адаптации, что было в 4,9 раза чаще, чем в группе А ($7,4\%$; $p = 0,001$), и в 2,7 раза – группы В ($13,3\%$; $p = 0,009$). Выявлена достоверная причинно-следственная связь уровня адаптационного потенциала с повышением монотонности учебных нагрузок ($R^2 = 0,88$; $F = 1344,14$; $p = 0,0001$). Риск развития напряжения адаптационных механизмов у детей, обучающихся в школе с углублённым изучением физико-математических предметов, был выше в 2,7–4,9 раза ($RR = 2,7-4,89$; $CI: 1,29-13,21$).

Вегетативный индекс Кердо свидетельствовал о преобладании симпатических влияний у младших школьников в исследуемых образовательных учреждениях (см. табл. 2), при этом в группе Б этот показатель был статистически значимо в 1,5 раза меньше, чем в сравниваемых группах ($p = 0,001-0,0002$). У $48,5\%$ школьников группы А и $56,7\%$ детей общеобразовательной школы отмечалась выраженная симпатикотония ($40,42 \pm 1,93$ и $39,29 \pm 2,1$ у.е. соответственно), что было в 1,3–1,6 раза чаще группы Б (36% ; $36,77 \pm 2,94$ у.е.; $p = 0,28-0,07$). Следует отметить, что только 8% детей группы Б имели парасимпатикотонию. Установлена достоверная причинно-следственная связь повышения индекса Кердо с увеличением продолжительности режима учебных нагрузок ($R^2 = 0,4$; $F = 109,41$; $p = 0,0001$).

Исследование содержания катехоламинов в крови, отвечающих за скорость рефлекторных процессов и эффективность приспособительных реакций, показало, что уровень адреналина, норадреналина и дофамина у младших школьников находился в пределах физиологических значений. Однако у детей группы Б среднее содержание адрена-

лина ($38,71 \pm 4,36$ пг/см³) и дофамина ($51,02 \pm 7,31$ пг/см³) было в 1,4–4,2 раза выше уровня группы А ($28,08 \pm 5,81$ и $12,23 \pm 7,74$ пг/см³ соответственно; $p = 0,004-0,0001$) и в 1,9–2,2 раза – показателей группы В ($17,83 \pm 6,12$ и $27,5 \pm 7,03$ пг/см³ соответственно; $p = 0,0001$). Содержание норадреналина в крови учащихся лицея составило $240,37 \pm 30,74$ пг/см³, превысив в 1,6 раза показатель группы Б ($149,26 \pm 25,49$ пг/см³; $p = 0,0001$). При этом у $28,6\%$ детей, обучающихся в школе с углублённым изучением физико-математических предметов, зарегистрирован сниженный уровень норадреналина в крови, который составил $28,43 \pm 7,89$ пг/см³, что может свидетельствовать о возможном нарушении вегетативной регуляции.

Обсуждение

Вопросам изучения влияния условий образовательной среды на развитие и состояние здоровья школьников посвящено большое число эпидемиологических исследований. Показано, что продолжающееся реформирование системы современного среднего образования сопровождается не только интенсификацией учебной нагрузки, но и увеличением объёма учебной информации, получаемой детьми, в том числе с помощью электронных информационных технологий, на фоне снижения физической активности [6, 8, 10, 13, 28, 29]. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что основными проявлениями напряжённости учебной деятельности при разных уровнях интенсификации обучения являются интеллектуальные и сенсорные нагрузки, также их монотонность. При этом дополнительным фактором, негативно влияющим на состояние здоровья и уровень работоспособности младших школьников, являются нарушения в распределении недельной учебной нагрузки и сокращение времени отдыха между уроками в школах. В ряде работ приведены сведения, что более интенсивные нагрузки отрицательно влияют на кардиореспираторную систему, умственную и физическую работоспособность и приводят к повышенной заболеваемости [5, 7, 12, 14, 19, 20, 28].

Согласно данным проведенных исследований, дети школьного возраста более восприимчивы к повышенным школьным нагрузкам, что обусловлено морфофункциональным состоянием и состоянием адаптационных систем организма [4, 5, 14, 15, 17, 19]. Важная роль в регуляции гомеостатических процессов организма принадлежит вегетативной нервной системе, которая через активацию гипоталамо-адренальной системы вызывает неспецифическую стресс-реакцию на средовое воздействие, что находит отражение в изменении функционирования сердечно-сосудистой системы. Показано, что у детей начальной школы происходит формирование

адаптационного потенциала кардиореспираторной системы, нервно-психических процессов, которые приобретают относительную устойчивость к четвертому классу [5, 7, 14, 19, 25]. В этих условиях возрастающие нагрузки, превышающие уровень адаптационных возможностей организма, приводят к напряжению регулирующих систем, а затем к срыву адаптации. Данные исследований дополняют ранее полученные сведения о состоянии адаптационных механизмов младших школьников.

Таким образом, определение уровня адаптационных возможностей учащихся начальной школы позволяет не только оценить состояние здоровья детей, но и возможность успешной учебной деятельности, а также индивидуально корректировать интенсивность учебных нагрузок.

Заключение

1. В общеобразовательном учреждении с углублённым изучением физико-математических предметов и лицее неблагоприятными факторами, влияющими на адаптационные возможности младших школьников, являются увеличение учебной нагрузки за счёт нерационально составленного расписания уроков, повышенной недельной и дневной учебной нагрузки, уменьшения продолжительности перемен между уроками.

2. Уровень напряжённости учебной деятельности младших школьников не является оптимальным: в лицее в 1,2–1,5 раза выше интеллектуальные и сенсорные нагрузки; в школе с углублённым изучением физико-математических предметов в 1,3–1,4 раза выше монотонность учебных нагрузок; в общеобразовательной школе выше до 1,8 раза эмоциональные нагрузки.

3. Практически у $\frac{2}{3}$ младших школьников вне зависимости от типа образовательного учреждения отмечается напряжение функциональных резервов сердечно-сосудистой системы, обусловленное увеличением продолжительности учебных нагрузок.

4. У каждого третьего ученика начальной школы с углублённым изучением физико-математических предметов развивается напряжение адаптационных механизмов, связанное с монотонностью учебных нагрузок, сопровождающееся снижением уровня норадреналина в крови. Риск развития напряжения механизмов адаптации у детей, обучающихся в школе с углублённым изучением физико-математических предметов, выше до 4,9 раза.

5. У каждого второго учащегося лицея и общеобразовательной школы отмечался вегетативный дисбаланс, проявляющийся активацией адаптационно-трофического влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы и связанный с продолжительностью учебной деятельности.

Литература

1. Лучанинова В.Н., Цветкова М.М., Веремчук Л.В., Крукович Е.В., Мостовая И.Д. Состояние здоровья детей и подростков и факторы, влияющие на его формирование. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(6): 561–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-6-561-568>
2. Кучма В.Р. Роль гигиенической науки в профилактике болезней и преморбидных состояний детей, обусловленных их обучением и воспитанием: декларация, практика и перспективы. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; (8): 4–8.
3. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю. Риск-ориентированные нарушения здоровья детей и подростков: оценка, профилактика, коррекция. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2016; (1): 20–31.
4. Теппер Е.А., Таранушенко Т.Е., Гришкевич Н.Ю. Особенности формирования «школьной» патологии в течение десяти лет обучения. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2013; 9(1): 101–6.
5. Теппер Е.А., Таранушенко Т.Е., Гришкевич Н.Ю. «Школьная патология» у детей, начавших образование в разном возрасте. *Экология человека*. 2013; (3): 16–20.
6. Кучма В.Р., Сафонкина С.Г., Молдованов В.В., Кучма Н.Ю. Гигиена детей и подростков в современной школьной медицине. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(11): 1024–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1024-1028>
7. Порещкова Г.Ю., Печуров Д.В., Рапопорт И.К. К вопросу о систематизации школьно-обусловленной патологии. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; (5): 30–4. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-30-34>
8. Сетко Н.П., Сетко Н.П. Современные проблемы состояния здоровья школьников в условиях комплексного влияния факторов среды обитания. *Оренбургский медицинский вестник*. 2018; 6(2): 4–13.
9. Полякова А.Н., Селезнева Е.В., Денисова Н.Б., Позднякова Т.В. Средовые факторы образовательного учреждения и состояние здоровья учащихся. *Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал*. 2013; (1): 242.
10. Ткачук Е.А., Мыльникова И.В., Ефимова Н.В. Гигиеническая оценка напряженности учебного труда школьников. *Экология человека*. 2014; (6): 20–4.
11. Тарасова Т.В., Туаева И.Ш. Гигиеническая оценка расписания уроков в школах РСО-АЛАНИЯ. *Фундаментальные исследования. Медицинские науки*. 2015; (1–9): 1926–9.
12. Поленова М.А. Информационно-образовательные нагрузки как фактор риска здоровью школьников. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; (10): 20–2.
13. Степанова М.И., Березина Н.О., Лашнева И.П., Шумкова Т.В. Гигиеническая оценка инновационной педагогической системы начального обучения. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; (8): 44–6.
14. Сетко Н.П., Булычева Е.В., Бейлина Е.Б. Функциональное состояние организма младших школьников при различных формах организации учебного дня. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2013; (1): 18–21.
15. Сетко А.Г., Тришина С.П., Терехова Е.А., Мокеева М.М. Результаты донозологической диагностики состояния здоровья учащихся современного образовательного учреждения. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; (6): 26–9.
16. Данова А.В., Поленова М.А. Динамика показателей функционального состояния организма младших школьников при разной организации учебного года и продолжительности каникул. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; (8): 36–8.
17. Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Тармаева И.Ю. Психофизиологическое состояние детей в условиях информатизации их жизнедеятельности и интенсификации образования. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(12): 1183–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1183-1188>
18. Сетко А.Г., Терехова Е.А., Тюрин А.В., Мокеева М.М. Особенности нервно-психического статуса и качества жизни детей и подростков как результат воздействия факторов риска образовательной среды. *Анализ риска здоровью*. 2018; (2): 62–9. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.2.07>
19. Исаев И.И., Тальбова Б.В. Возрастная динамика формирования кардиореспираторной системы и адаптационный потенциал детей школьного возраста. *Международный медицинский журнал*. 2010; (3): 36–40.
20. Щербакова Т.Г., Алешина Л.И., Мужиченко М.В., Новикова Е.И. Динамическое исследование влияния интенсивности учебных нагрузок на состояние здоровья и физическое развитие лицестов. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2017; (3): 122–4. [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2017-3\(63\)-122-124](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2017-3(63)-122-124)
21. Кондакова О.Э., Шилов С.Н., Кирко В.И. Психофизиологические и адаптивные характеристики детей и подростков, проживающих на Крайнем Севере. *Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология*. 2017; 10(3): 312–22. <https://doi.org/10.17516/1997-1389-0028>
22. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Лукецкий К.П., Маклакова О.А., Землянова М.А., Долгих О.В. и соавт. Риск-ассоциированные нарушения состояния здоровья учащихся младших классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса. *Анализ риска здоровью*. 2017; (1): 66–83.
23. Мельник С.Н., Мельник В.А. Изменение функциональных показателей сердечно-сосудистой системы лицестов в процессе обучения. *Проблемы здоровья и экологии*. 2017; (2): 33–8.
24. Войтович А.А. Научное обоснование влияния образовательной среды на адаптационные процессы организма подростков. *Санитарный врач*. 2020; (1): 54–9. <https://doi.org/10.33920/med-08-2001-07>
25. Вергунова У.Е. Анализ проблемы: пластичность нервных процессов, интеллектуальная деятельность и успешность обучения школьников. *Вестник Психофизиологии*. 2015; (4): 44–59.
26. Смирнова В.С., Мальцев В.П. Гендерные особенности пластичности нервных процессов младших подростков 11–13 лет. *Новые исследования*. 2016; (1): 37–45.
27. Мельникова И.В. Гигиеническая оценка учебной нагрузки в образовательных учреждениях Иркутской области. *Современные проблемы науки и образования. Электронный научный журнал*. 2016; (6). Available at: <https://science-education.ru/article/view?id=25597>
28. Сетко Н.П., Сетко А.Г. Актуальные проблемы развития школьной медицины на современном этапе. *Лечение и практика*. 2017; (1): 57–62.
29. Саньков С.В., Кучма В.Р. Гигиеническая оценка влияния на детей факторов современной информационно-образовательной среды школ. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2019; (3): 98–103. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16380>
30. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. *Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины*. Пер. с англ. М.: Медиа Сфера; 1998.

References

- Luchaninova V.N., Tsvetkova M.M., Veremchuk L.V., Krukovich E.V., Mostovaya I.D. Health state of children and teenagers and factors affecting on its formation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(6): 561–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-6-561-568> (in Russian)
- Kuchma V.R. The role of hygienic in prevention of diseases and childrens states due to their training and education: declaration, practice and prospects. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; (8): 4–8. (in Russian)
- Zaytseva N.V., Ustinova O.Yu. Risk-associated health disorders in children and teenagers: assessment, prevention, correction. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2016; (1): 20–31. (in Russian)
- Tepper E.A., Taranushenko T.E., Grishkevich N.Yu. Features of the formation of "school" pathology during ten years of study. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal*. 2013; 9(1): 101–6. (in Russian)
- Tepper E.A., Taranushenko T.E., Grishkevich N.Yu. School pathology in children beginning education at different ages. *Ekologiya cheloveka*. 2013; (3): 16–20. (in Russian)
- Kuchma V.R., Safonkina S.G., Moldovanov V.V., Kuchma N.Yu. Hygiene of children and adolescents in modern school medicine. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(11): 1024–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1024-1028> (in Russian)
- Poretskova G.Yu., Pechkurov D.V., Rapoport I.K. To the question of systematization of school-related disorders. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; (5): 30–4. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-302-5-30-34> (in Russian)
- Setko I.M., Setko N.P. Modern problems of health status of schoolchildren in condition of integrated influence of factors of environment. *Orenburgskiy meditsinskiy vestnik*. 2018; 6(2): 4–13. (in Russian)
- Polyakova A.N., Selezneva E.V., Denisova N.B., Pozdnyakova T.V. The factors of school's surroundings and pupil's health. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnyy zhurnal*. 2013; (1): 242. (in Russian)
- Tkachuk E.A., Myl'nikova I.V., Efimova N.V. Hygienic assessment of schoolchildren's learning labour intensity. *Ekologiya cheloveka*. 2014; (6): 20–4. (in Russian)
- Tarasova T.V., Tuueva I.Sh. Hygienic assessment timetable schools North Ossetia-Alania. *Fundamental'nye issledovaniya. Meditsinskie nauki*. 2015; (1–9): 1926–9. (in Russian)
- Polenova M.A. Informational and educational loads as a risk factor to schoolchildren's health. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; (10): 20–2. (in Russian)
- Stepanova M.I., Berezina N.O., Lashneva I.P., Shumkova T.V. Hygienic assessment of innovative pedagogical system of the primary education. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; (8): 44–6. (in Russian)
- Setko N.P., Bulycheva E.V., Beylina E.B. Functional state of primary school-children in different form of organization of the school day. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2013; (1): 18–21. (in Russian)
- Setko A.G., Trishina S.P., Terekhova E.A., Mokeeva M.M. Results of pre-nosological diagnostics of the state of health of students at modern educational institutions. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2015; (6): 26–9. (in Russian)
- Danova A.V., Polenova M.A. Dynamics of indexes of functional state of organism of younger schoolchildren with different organizations of the school year and the duration of the vacation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2016; (8): 36–8. (in Russian)
- Kuchma V.R., Tkachuk E.A., Tarmaeva I.Yu. Psychophysiological state of children in conditions of informatization of their life activity and intensification of education. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(12): 1183–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1183-1188> (in Russian)
- Setko A.G., Terekhova E.A., Tyurin A.V., Mokeeva M.M. Peculiarities of neuro-psychic state and life quality of children and teenagers formed under influence exerted by risk factors existing in educational environment. *Analiz riska zdorov'yu*. 2018; (2): 62–9. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.2.07> (in Russian)
- Isaev I.I., Talybova B.V. Age dynamics of formation of cardiorespiratory system and adaptation potential of children of school age. *Mezhdunarodnyy meditsinskiy zhurnal*. 2010; (3): 36–40. (in Russian)
- Shcherbakova T.G., Aleshina L.I., Muzhichenko M.V., Novikova E.I. Dynamic research into the influence of intensive academic loads on the state of health and physical development of lyceum students. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2017; (3): 122–4. [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2017-3\(63\)-122-124](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2017-3(63)-122-124) (in Russian)
- Kondakova O.E., Shilov S.N., Kirko V.I. Psychophysiological and adaptive characteristics of children and teenagers living in the far north. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Biologiya*. 2017; 10(3): 312–22. <https://doi.org/10.17516/1997-1389-0028> (in Russian)
- Zaytseva N.V., Ustinova O.Yu., Luzhetskii K.P., Maklakova O.A., Zemlyanova M.A., Dolgikh O.V., et al. Risk-associated health disorders occurring in junior schoolchildren who attend school with higher stress and intensity of educational process. *Analiz riska zdorov'yu*. 2017; (1): 66–83. (in Russian)
- Mel'nik S.N., Mel'nik V.A. Changes of the functional parameters of the cardiovascular system in lyceum pupils during the progress of their studies. *Problemy zdorov'ya i ekologii*. 2017; (2): 33–8. (in Russian)
- Voytovich A.A. Scientific substantiation of the influence of educational environment on adaptive processes in the body of adolescents. *Sanitarnyy vrach*. 2020; (1): 54–9. <https://doi.org/10.33920/med-08-2001-07> (in Russian)
- Vergunova U.E. Problem analysis: the plasticity of nervous processes? Intellectual activity and success of teaching students. *Vestnik Psikhofiziologii*. 2015; (4): 44–59. (in Russian)
- Smirnova V.S., Mal'tsev V.P. Gender-specific neuroplasticity in young teenagers at the age of 11–13 years old. *Novye issledovaniya*. 2016; (1): 37–45. (in Russian)
- Mel'nikova I.V. Hygienic assessment of training load in educational institutions Irkutsk region. *Elektronnyy nauchnyy zhurnal*. 2016; (6). Available at: <https://science-education.ru/article/view?id=25597> (in Russian)
- Setko N.P., Setko A.G. The actual problems of modern school medicine. *Lechenie i praktika*. 2017; (1): 57–62. (in Russian)
- San'kov S.V., Kuchma V.R. Hygienic assessment of the impact of the modern schools' electronic information-educational on children. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie*. 2019; (3): 98–103. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16380> (in Russian)
- Fletcher R.H., Fletcher S.W., Wagner E.H. *Clinical Epidemiology. The Essentials*. Williams & Wilkins; 1996. (in Russian)