



Сетко А.Г., Жданова О.М., Лукьянов П.В.

Особенности физиологических реакций на учебную нагрузку организма учеников с различными умственными способностями

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 460000, Оренбург, Россия

Введение. Возможность повышения эффективности среднего общего образования за счёт увеличения объёма учебных нагрузок и интенсификации интеллектуального труда в учреждениях, специализирующихся на обучении одарённых и талантливых детей, актуализировала проблему соответствия образовательных нагрузок функциональным возможностям организма учащихся.

Цель исследования – выявить особенности физиологических реакций организма учащихся с различными умственными способностями на учебную нагрузку.

Материалы и методы. У учащихся с повышенными умственными способностями, обучающихся в старших классах многопрофильного лицея ($n = 250$), и учеников традиционной школы ($n = 274$), имеющих средний уровень умственных способностей, проведена оценка организации процесса обучения, режима учебного дня и функционального состояния школьно-значимых систем.

Результаты. В сравнении с традиционной школой в лицее для одарённых детей установлено превышение допустимого уровня суммарной недельной образовательной нагрузки, её нерациональное распределение в течение учебного дня и недели, повышенный уровень интеллектуальных, эмоциональных и сенсорных нагрузок, интенсивный режим работы, характеризующийся высокой загруженностью учащихся факультативными занятиями и домашними заданиями. В условиях напряжённой учебной деятельности у учащихся с повышенными умственными способностями выявлено увеличение уровня умственной работоспособности относительно данных учеников группы сравнения за счёт стабилизации нервной реакции и повышения функциональных возможностей нервной системы. Также отмечено улучшение функционального состояния дыхательной системы, повышение в 1,6 раза числа учащихся с удовлетворительной биологической адаптацией и уменьшение в 1,5 раза числа обследованных школьников со срывом адаптации.

Ограничения исследования. Выборка учащихся с повышенными умственными способностями представлена из одного общеобразовательного учреждения для одарённых детей Оренбуржья и характеризует только региональный компонент, что не позволяет охарактеризовать полученные результаты для всех представителей этой группы из других регионов страны.

Заключение. Таким образом на фоне увеличенного объёма и интенсивности учебных нагрузок у учащихся с повышенными умственными способностями относительно учеников со средним уровнем интеллекта установлено формирование оптимальной умственной работоспособности за счёт стабилизации нервной реакции и повышения функциональных возможностей нервной системы; улучшение функционального состояния дыхательной системы, увеличение в 1,6 раза числа учащихся с удовлетворительной биологической адаптацией и уменьшение числа обследуемых со срывом адаптации в 1,5 раза. Установлено, что в условиях интенсификации обучения ученики с повышенными умственными способностями формировали лучший академический результат, однако срыв адаптационных возможностей у каждого пятого обследуемого с высоким уровнем интеллектуального потенциала свидетельствовал о том, что организм учеников функционирует на пределе своих психофизиологических возможностей, что определяет необходимость внедрения дополнительного здоровьесберегающего компонента в учебный процесс лицея с целью коррекции у учащихся «группы риска» донологических изменений.

Ключевые слова: гигиена; учащиеся с повышенными умственными способностями; организация учебного процесса; режима дня; функциональное состояние организма; профилактика

Соблюдение этических стандартов. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ОрГМУ МЗ РФ (протокол № 258 от 09.10.2020 г.). От всех учащихся и их родителей были получены письменные информированные согласия на включение в обследование.

Для цитирования: Сетко А.Г., Жданова О.М., Лукьянов П.В. Особенности физиологических реакций на учебную нагрузку организма учеников с различными умственными способностями. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(2): 211–217. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-2-211-217>

Для корреспонденции: Жданова Олеся Михайловна, аспирант кафедры гигиены детей и подростков с гигиеной питания и труда ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России, 460000, Оренбург, Россия. E-mail: Robokors@yandex.ru

Участие авторов: Сетко А.Г. – концепция и дизайн исследования, редактирование; Жданова О.М. – сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста; Лукьянов П.В. – статистическая обработка данных. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 09.06.2021 / Принята к печати: 25.11.2021 / Опубликована: 10.03.2022

Andrey G. Setko, Olesya M. Zhdanova, Pavel V. Lukyanov

Features of physiological reactions to the learning load on students with different mental abilities

Orenburg State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Orenburg, 460000, Russian Federation

Introduction. The possibility of increasing the efficiency of secondary general education by increasing the volume of educational loads and intensifying intellectual work in institutions specializing in teaching gifted and talented children has actualized the problem of the correspondence of educational loads to the functional capabilities of the student's body.

The aim of the study is to identify the features of the physiological reactions of the organism of students with different mental abilities to the training load.

Materials and methods. The management of the educational process, the mode of the school day and the functional state of school-significant systems were assessed for students with high mental abilities, studying in the senior grades of a multidisciplinary Lyceum ($n = 250$) and students of a traditional school ($n = 274$) with an average level of mental abilities.

Results. In comparison with the traditional school in the Lyceum for gifted children, an excess of the permissible level of the total weekly educational load, its irrational distribution during the school day and week, an intense level of intellectual, emotional and sensory loads, an intensive mode of work, characterized by a high workload of students with elective classes and homework, tasks. Under conditions of intense learning activity among students with increased mental abilities relative to these students of the comparison group, an increase in the level of mental performance was revealed due to stabilization of the nervous reaction and an

increase in the functional capabilities of the nervous system; improvement of the functional state of the respiratory system; an increase of up to 1.6 times the number of students with good biological adaptation and a decrease of up to 1.5 times the number of subjects with a breakdown in adaptation.

Limitations. The sample of students with higher mental abilities presented from one public education institution for gifted children in the Orenburg region characterizes only the regional component, which does not allow considering the results obtained for all representatives of this group from other regions of the country.

Conclusion. Thus, against the background of an increase in the volume and intensity of training loads in students with an average level of intelligence, there was established the formation of optimal mental performance, improving the functional state of the respiratory system, increasing in due to the stabilization of the nervous reaction and increasing the functionality of the nervous system; improvement of the functional state of the respiratory system, an increase by 1.6 times in the number of students with satisfactory biological adaptation and a decrease in the number of students with a breakdown in adaptation by 1.5 times. It has been established that under the conditions of their intensification of learning, students with increased mental abilities formed the best academic result, however, the failure of adaptive capabilities in every fifth subject with a high level of intellectual potential indicated that the body of students is functioning at the limit of their psychophysiological capabilities, which determines the need for the introduction an additional health-preserving component in the educational process of the lyceum with the aim of correcting students of the "risk group".

Keywords: students with increased mental abilities; management of the educational process; daily routine; functional state of the body

Compliance with ethical standards. The study was approved by the local ethics committee of the Orenburg State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (protocol No. 258 dated 09.10.2020). All students and their parents gave written informed consent for inclusion in the survey.

For citation: Setko A.G., Zhdanova O.M., Lukyanov P.V. Features of physiological reactions to the training load of students with different mental abilities. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(2): 211-217. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-2-211-217> (In Russ.)

For correspondence: Olesya M. Zhdanova, MD, Post-graduate student of the Department of Preventive Medicine, Orenburg State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation, Orenburg, 460000, Russian Federation. E-mail: Robokors@yandex.ru

Information about the authors:

Setko A.G., <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674> Zhdanova O.M., <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674> Lukyanov P.V., <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674>

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

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: June 9, 2021 / Accepted: November 25, 2021 / Published: March 10, 2022

Введение

В последние годы широкое распространение и использование в системе среднего общего образования разнообразных учебных программ и технологий, направленных на повышение эффективности процесса обучения, привлекло внимание специалистов в области школьной медицины в связи с необходимостью определения адекватности образовательных нагрузок физиологическим возможностям организма учащихся [1–7].

Ориентация образовательного процесса на академически успешных школьников привела к бесконтрольному повышению уровня учебной нагрузки за счёт увеличения как фактической продолжительности учебного времени, так и объёма учебного материала, который учащимся необходимо освоить за ограниченный период времени, в связи с чем интенсивность образовательного процесса существенно возросла [1–7]. Подобные тенденции модернизации образования позволяют школьникам получать разносторонние теоретические знания и умения, достигать высоких академических результатов, однако необходимый уровень эффективности учебной деятельности обеспечивается в этой ситуации большей «физиологической ценой» адаптации организма учащихся [1–10]. Даже в условиях рациональной организации образовательного процесса учебные нагрузки оказывают существенное воздействие на физиологические функции школьников, вызывая тем самым мобилизацию функциональных резервов организма. Несоответствие учебных нагрузок физиологическим возможностям организма учащихся создаёт риск формирования функционального напряжения, развития утомления и переутомления, истощения адаптационных резервов и, в конечном итоге, снижения уровня здоровья обучающихся, что приводит к понижению результативности учебной деятельности [1–12].

Цель исследования — выявить особенности физиологических реакций организма учащихся с различными умственными способностями на учебную нагрузку.

Материалы и методы

Исследование проведено среди учащихся 9–11-х классов в возрасте 15–17 лет. Первую группу составили 250 учеников (137 девушек и 113 юношей) многопрофильного лицея, специализирующегося на обучении одарённых детей. Вторая группа представлена 274 учащимися этого же возраста (142 девушки и 105 юношей) средней общеобразовательной

школы. Расчёт выборки, обеспечивающей репрезентативность исследования, осуществлён по формуле Д.А. Септелиева под ред. А.М. Меркова (1968):

$$n = t^2 \cdot p \cdot (100 - p) / \Delta^2,$$

где n — число наблюдений, t — доверительный коэффициент, p — показатель распространённости, Δ — доверительный интервал.

Минимальной доверительной вероятности (95%) соответствует доверительный коэффициент $t = 1,96$, чтобы произведение p и q было максимальным, взяли p , равное q , то есть 50%, приняв доверительный интервал (Δ) за 100%, следовательно, объём минимальной выборки составлял $n = 100$. С помощью теста умственного развития для абитуриентов и старшеклассников (АСТУР) была проведена оценка уровня умственного развития учащихся. У лицеев средний балл по тесту был равен 131,7 и соответствовал высокому уровню умственного развития, у школьников — 84,1 (средний уровень развития умственных способностей). Критериями включения являлись: отнесение учащихся к I–II группам здоровья; наличие письменного информированного согласия учащихся и их родителей на обследование. Критериями исключения были: наличие у учащихся острых и хронических заболеваний в стадии обострения; перенесённые за две недели до обследования острые заболевания; отказ от обследования. Исследование выполнялось в период второй учебной четверти (ноябрь — декабрь) в утренние часы, место проведения — медицинские кабинеты общеобразовательных учреждений. Были соблюдены принципы Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Форталеа, 2013).

Оценка организации учебного процесса выполнена в соответствии с гигиеническими требованиями путём исследования уровня недельной и дневной учебной нагрузки, рациональности её распределения в течение учебного дня и недели. Напряжённость учебной деятельности изучена, согласно федеральным рекомендациям, хронометражным методом по показателям сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных нагрузок, режима и монотонности учебного труда [13]. Режим дня оценён методом анкетирования: исследована организация внеурочной деятельности, продолжительность подготовки домашних заданий, ночного сна и пребывания на открытом воздухе. Эффективность учебного процесса оценена с помощью выкопировки данных академической успеваемости из классных журналов обучающихся.

У учащихся проведено исследование функционального состояния основных систем, задействованных в учебной деятельности:

- центральной нервной системы методом вариационной хронорефлексографии на аппаратно-программном комплексе «Способ диагностики работоспособности человека» [14] по показателям функционального уровня центральной нервной системы (ФУС);
- устойчивости реакции (УР) и уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ), на основании чего автоматически проводилась оценка уровня умственной работоспособности учащихся;
- сердечно-сосудистой системы методом вариационной пульсометрии на автоматизированном кардиоритмографическом комплексе ORTO-expert [15] с расчётом временных моды (Mo), амплитуды моды (AMo), вариационного размаха (ΔX), квадратного корня из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов (RMSSD) и спектральных показателей сердечного ритма (высоко- (HF), низко- (LF) и очень низкочастотных (VLF) компонентов);
- уровня биологической адаптации по данным значений индекса напряжения регуляторных систем (ИН) по шкале В.П. Казначеева (1981);
- дыхательной системы методом спирографии по показателям жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ), форсированной ёмкости лёгких (ФЖЕЛ), объёма форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), пиковой объёмной скорости (ПОС), мгновенной объёмной скорости в момент выдоха 25% (МОС₂₅), мгновенной объёмной скорости в момент выдоха 50% (МОС₅₀), мгновенной объёмной скорости в момент выдоха 75% (МОС₇₅), средней объёмной скорости в момент выдоха 25–75% (СОС_{25–75}).

Для определения нормальности распределения данных был произведён расчёт критерия Колмогорова–Смирнова с помощью многофункциональной системы статистического анализа Statistica 13.0. Полученные данные подчинялись закону нормального распределения и были представлены в виде средней арифметической и ошибки среднего ($M \pm m$). Для выявления статистически значимых различий в сравниваемых группах был использован параметрический критерий Стьюдента с последующим расчётом достоверности (p). Значимыми считали различия при $p \leq 0,05$. Расчёты выполнены с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office 2013.

Результаты

Образовательный процесс у учеников 1-й и 2-й групп организован по шестидневной учебной неделе с обучением в первую смену. Продолжительность недельной образовательной нагрузки в лицее у учащихся 9-х классов была увеличена до 39 ч, у обучающихся 10–11-х – до 38 ч, превышая допустимую на 7,7 и на 3% соответственно. У учеников 2-й группы суммарный объём недельной учебной нагрузки был в пределах нормируемых величин.

Гигиеническая оценка расписания занятий показала, что дневная учебная нагрузка у учащихся всех классов была распределена нерационально. В режиме учебного дня учащихся предметы высокой степени трудности проводились первыми уроками и приходились на период вработываемости; на вторых – четвёртых уроках, в фазу максимальной умственной работоспособности, учебная нагрузка, как правило, снижалась, а к концу учебного дня, в период снижения умственной работоспособности, напротив, увеличивалась.

При анализе недельной динамики учебной нагрузки с учётом трудности учебных предметов и физиологических периодов изменения работоспособности нарушения были выявлены лишь у учащихся лицея. Максимальная учебная нагрузка у лицеистов определена в дни высокой работоспособности, а именно во вторник и среду, однако к концу учеб-

ной недели, в период снижения работоспособности, учебная нагрузка у учащихся всех классов возрастала.

На фоне неадекватных учебных нагрузок у учащихся лицея в сравнении с данными школьников выявлена выраженная напряжённость учебного процесса. Показано, что напряжённость учебных занятий в лицее формировалась за счёт интеллектуальных ($3,2 \pm 0,18$ балла), эмоциональных ($3,2 \pm 0,29$ балла), сенсорных ($2,8 \pm 0,11$ балла) нагрузок и режима обучения ($3 \pm 0,11$ балла), достигающих 3-го класса напряжённости 1-й степени, в то время как 1-му классу напряжённости соответствовала лишь монотонность труда. В общеобразовательной школе уровень сенсорных ($1,5 \pm 0,16$ балла) и эмоциональных ($1,5 \pm 0,16$ балла) нагрузок, монотонности труда ($1,4 \pm 0,15$ балла) соответствовал оптимальной степени напряжённости, а интеллектуальных нагрузок ($1,7 \pm 0,22$ балла) и режима обучения ($1,7 \pm 0,22$ балла) – допустимому уровню напряжённости. Комплексная балльная оценка напряжённости учебного труда у лицеистов составляла $2,9 \pm 0,14$ балла и соответствовала напряжённой 1-й степени (класс 3.1), у школьников – $1,5 \pm 0,09$ балла ($p \leq 0,05$) и характеризовалась как оптимальная (класс 1).

В структуре режима дня учащихся помимо обязательных занятий значительное время занимала внеурочная деятельность. Так, у лицеистов в среднем за учебную неделю посещение дополнительных занятий со статическим компонентом занимало $7,8 \pm 0,2$ ч, занятий в спортивных секциях – $5,6 \pm 0,18$ ч, что в совокупности превышало нормируемый недельный объём внеучебной деятельности в 1,3 раза. Среди школьников дополнительные занятия со статическим компонентом средней длительностью до $4,2 \pm 0,62$ ч за неделю посещали 63,1% учеников, а спортивных секции – лишь 26,9% обследуемых (в среднем до $3,6 \pm 0,53$ ч за неделю), что не превышало гигиенической нормы. Продолжительность подготовки домашнего задания у лицеистов составляла в среднем $5,8 \pm 0,42$ ч в день, что было в 1,7 раза больше гигиенического норматива; школьники подготавливали домашние задания за $2,3 \pm 0,19$ ч, что также не превышало нормы.

При этом за счёт высокой учебной занятости у учащихся лицея сокращалась продолжительность ночного сна до $6,5 \pm 0,41$ ч в сутки, что было ниже физиологической нормы в 1,3 раза; у школьников также длительность ночного сна была сокращена в 1,2 раза и составляла в среднем $7,1 \pm 0,18$ ч. Средняя продолжительность пребывания на открытом воздухе была недостаточной как у учащихся лицея, так и у школьников и составляла $0,4 \pm 0,08$ и $1 \pm 0,11$ ч в день соответственно.

Повышенные учебные нагрузки, интенсификация учебного труда, высокая загруженность факультативными занятиями способствовали достижению высокой эффективности учебной деятельности учащихся лицея, что подтверждали данные их академической успеваемости, которая по всем общеобразовательным предметам была достоверно выше в сравнении со школьниками (рис. 1).

Анализ функционального состояния центральной нервной системы, испытывающей наибольшую нагрузку в условиях интенсификации учебного труда, показал, что у учащихся 1-й группы в сравнении со 2-й группой были выявлены максимальные значения устойчивости нервной реакции: у лицеистов она составила $1,3 \pm 0,08$ ед., у школьников – $1 \pm 0,1$ ед. ($p \leq 0,05$). Уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы у лицеистов установлен в пределах $2,5 \pm 0,09$ ед., у учащихся школы – $2,2 \pm 0,11$ ед. ($p \geq 0,05$), а функциональный уровень нервной системы у исследуемых групп не имел достоверных различий и в среднем составлял $2,4 \pm 0,03$ и $2,4 \pm 0,02$ ед. соответственно.

При сравнении данных распределения учащихся в зависимости от уровня умственной работоспособности установлено, что нормальную работоспособность имели 70,1% лицеистов и 58% школьников, причём существенно сниженную умственную работоспособность имели лишь

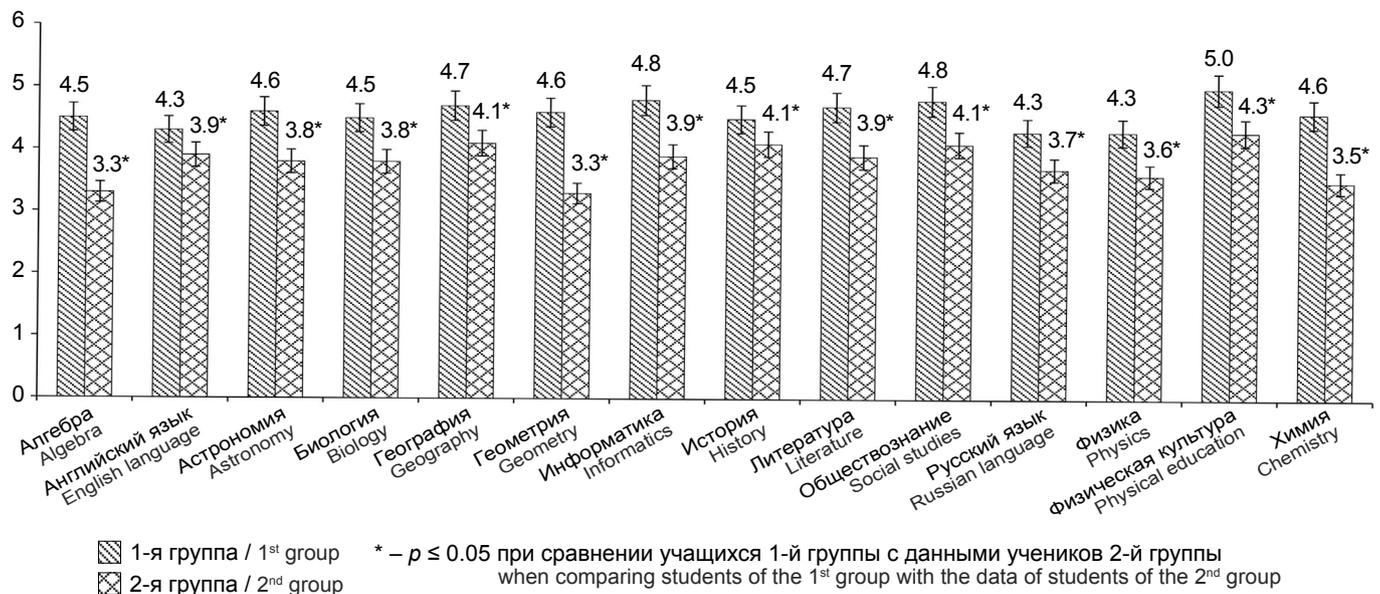


Рис. 1. Средняя балльная оценка академической успеваемости учащихся по общеобразовательным предметам.

Fig. 1. The average point grade of academic performance of students in general education subjects.

3,8% учащихся лицея, что в 3,7 раза меньше, чем у школьников (14%). Сниженная работоспособность определена у 26,1% лицеистов и 28% школьников.

Вероятно, за счёт регулярных занятий в спортивных секциях уровень функциональных резервов дыхательной системы у учащихся лицея был выше при сравнении с данными школьников, о чём свидетельствовало увеличение показателей: ЖЕЛ – на 15,1%, ФЖЕЛ – на 16,7%, ОФВ₁ – на 8,7%, ПОС – на 25,6%, МОС₂₅ – на 20,6%, МОС₅₀ – на 22,6%, МОС₇₅ – на 22,7%, СОС_{25–75} – на 24,1% (табл. 1).

Сравнительный анализ временных показателей вариабельности сердечного ритма учащихся не выявил достоверных различий (табл. 2). Однако статистически значимое увеличение мощности волн очень низких частот (VLF) с $5088,4 \pm 730,59$ до $11\,263,6 \pm 2672,81$ мс² ($p \leq 0,05$) у учащихся лицея относительно школьников указывало на включение высших эрготропных центров в механизм регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы.

В структуре уровней биологической адаптации как у лицеистов, так и у школьников ведущим типом являлось

Таблица 1 / Table 1

Показатели функционального состояния дыхательной системы учащихся

Indices of the functional state of the respiratory system of students

Показатель Indices	Группы учащихся Students groups	
	1-я 1 st	2-я 2 nd
Жизненная ёмкость лёгких, л Lung capacity, L	3.3 ± 0.32	2.8 ± 0.14
Форсированная жизненная ёмкость лёгких, л Forced vital capacity, L	3.0 ± 0.14	2.5 ± 0.14*
Пиковая объёмная скорость, л/с Peak volume velocity, L/s	3.9 ± 0.26	2.9 ± 0.19*
Объём форсированного выдоха за первую секунду, л/с Forced expiratory volume in one second	2.3 ± 0.14	2.1 ± 0.13
Мгновенная объёмная скорость в момент выдоха 25%, л/с Instantaneous volume velocity at the time of expiration 25%, L/s	3.4 ± 0.24	2.7 ± 0.17*
Мгновенная объёмная скорость в момент выдоха 50%, л/с Instantaneous volume velocity at the time of expiration 50%, L/s	3.1 ± 0.20	2.4 ± 0.37*
Мгновенная объёмная скорость в момент выдоха 75%, л/с Instantaneous volume velocity at the time of expiration 75%, L/s	2.2 ± 0.14	1.7 ± 0.11*
Средняя объёмная скорость в момент выдоха 25–75%, л/с Average volume velocity at the moment of expiration 25–75%, L/s	2.9 ± 0.19	2.2 ± 0.15*

Примечание. Здесь и в табл. 2: * – $p \leq 0,05$ при сравнении данных учащихся 1-й группы с данными учащихся 2-й группы; л – литр; л/с – литров в секунду.

Note. * Here and in Table 2: $p \leq 0.05$ when comparing students of the 1st group with the data of students of the 2nd group. L – litre; L/s – Litres/sec.

Таблица 2 / Table 2

Сравнительная характеристика временных и спектральных показателей вариабельности сердечного ритма учащихся
Comparative characteristics of temporal and spectral indices of heart rate variability in students

Показатель Index	Группы учащихся Students groups	
	1-я 1 st	2-я 2 nd
ЧСС, уд. в 1 мин / Heart rate, bpm	87.02 ± 2.661	83.55 ± 2.112
Медиана (М, с) / Median (M, seconds)	0.71 ± 0.022	0.74 ± 0.018
Среднее квадратическое отклонение (SDNN), с The standard deviation of regular intervals (SDNN), seconds	0.11 ± 0.011	0.09 ± 0.007
Мода (Мо, с) / Mode (M, seconds)	0.70 ± 0.029	0.74 ± 0.021
Амплитуда моды (АМо, %) / Amplitude of mode (АМо %)	32.18 ± 2.416	35.99 ± 2.174
Вариационный размах (ΔX, с) / Variational range (ΔX, seconds)	0.43 ± 0.030	0.38 ± 0.026
Квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов (RMSSD, с) Root square of mean of squares of differences between successive beat to beat intervals (RMSSD, seconds)	0.10 ± 0.010	0.09 ± 0.009
Индекс напряжения (ИН, ед.) / Stress index (SI, units)	91.63 ± 14.928	119.84 ± 18.318
Ультранизкочастотные колебания сердечного ритма (VLF, мс ²) Ultra low frequency heart rate fluctuations (UVLF, ms ²)	11 263.6 ± 2672.81	5088.4 ± 730.59*
Низкочастотные колебания сердечного ритма (LF, мс ²) Low frequency heart rate fluctuations (LF, ms ²)	5339.2 ± 819.76	4970.6 ± 855.65
Высокочастотные колебания сердечного ритма (HF, мс ²) High frequency heart rate fluctuations (HF, ms ²)	3481.9 ± 552.42	3108.5 ± 543.74

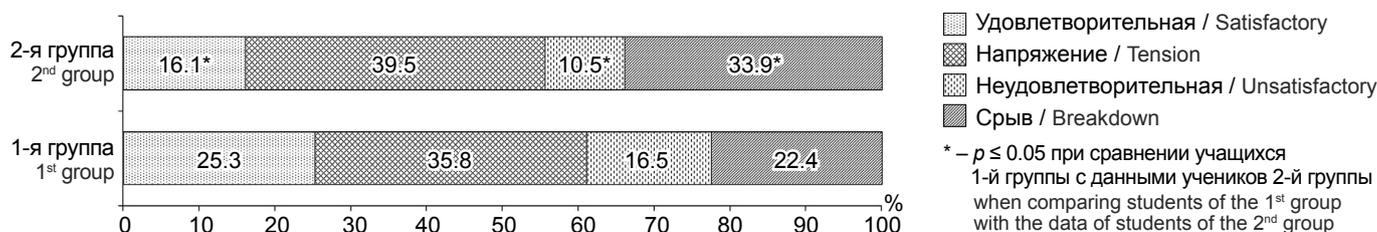


Рис. 2. Распределение учащихся в зависимости от уровня биологической адаптации
Fig. 2. Distribution of students depending on the level of biological adaptation.

состояние напряжение механизмов биологической адаптации (35,8 и 39,5% соответственно) На втором месте у учащихся лицея – удовлетворительное состояние биологической адаптации (25,3%), в то время как у школьников зарегистрирован срыв биологической адаптации (33,9%) (рис. 2).

Обсуждение

В настоящее время для высокомотивированных учащихся, нацеленных на достижение высоких личностных результатов, создаются центры, лицеи и школы, специализирующиеся на работе с одарёнными и талантливыми детьми. В систему общего образования активно внедряются специальные образовательные программы, такие как обогащение учебного материала, ускоренное обучение, позволяющее учащимся быстро освоить базисную школьную программу, уплотнение учебного плана, группировка учащихся по способностям [16–20]. Как показывает образовательная практика, реализация интеллектуального потенциала детей и подростков с высоким уровнем умственных способностей не может быть эффективно осуществлена в рамках традиционного обучения, ориентированного на ученика со средним интеллектом [16–22]. Становится очевидным, что для развития интеллектуальных способностей высокомотивированным учащимся необходимы образовательные про-

граммы повышенного уровня сложности, стимулирующие совершенствование когнитивных функций, формирование познавательного интереса к научной деятельности и обеспечивающие самостоятельность в обучении.

В результате настоящего исследования установлено, что в лицее для одарённых детей в сравнении со средней общеобразовательной школой общая напряжённость учебной деятельности была выше в 1,9 раза; объём еженедельных внеучебных нагрузок за счёт факультативных занятий больше в 1,9 раза; продолжительность выполнения домашних заданий больше в 2,5 раза. Всё перечисленное обуславливает и более высокий (в среднем в 1,2 раза) уровень академической успеваемости учащихся лицея по сравнению со школьниками.

Учебные перегрузки и интенсификация интеллектуальной деятельности приводят к сокращению продолжительности фазы устойчивой умственной работоспособности, выраженному её снижению, ухудшению функционального состояния центральной нервной системы школьников и формированию у них состояния утомления и переутомления [2–4, 8–11]. Однако нами показано, что учащиеся с повышенными умственными способностями выдерживали высокие образовательные нагрузки выраженной степени напряжённости, о чём свидетельствовало формирование у лицеистов в сравнении со школьниками оптимальной работоспособности, а также повышение уровня

функционирования центральной нервной системы за счёт увеличения устойчивости реакции и уровня функциональных возможностей.

Установлено, что значительный объём учебных и внеучебных нагрузок препятствует реализации возрастных биологических потребностей организма школьников в двигательной активности, сне, пребывании на открытом воздухе и формирует гигиенически нерациональный режим дня [2, 11, 12, 23]. Установлено, что за счёт высокой учебной загруженности у учащихся 1-й группы длительность прогулок была сокращена на 80%, ночного сна — на 23,5%. Время пребывания на открытом воздухе учеников 2-й группы также было снижено на 60%, а продолжительность сна — на 22,2%. При этом недельная продолжительность занятий в спортивных секциях у лицейстов в среднем была в 1,6 раза больше по сравнению со школьниками, в связи с чем, вероятно, учащиеся 1-й группы превосходили учеников 2-й группы по уровню функционального развития дыхательной системы. Это подтверждается увеличением у лицейстов по сравнению со школьниками параметров, отражающих функциональное состояние дыхательной мускулатуры и бронхиальной проходимости.

Показано, что в условиях различных режимов обучения и объёмов учебной нагрузки у преобладающего большинства учеников 1-й и 2-й групп выявлено состояние напряжения механизмов биологической адаптации, причём на фоне высоких учебных нагрузок удельный вес числа учащихся с удовлетворительной биологической адаптацией среди лицейстов составил 25,3% против 16,1% школьников, а со срывом биологической адаптации — 22,4% против 33,9% соответственно. Вместе с тем поддержание гомеостатического равновесия организма у учащихся 1-й группы обеспечивалось за счёт включения высших вегетативных центров в механизм регуляции, что отражали данные статистически достоверного увеличения VLF-колебаний при сравнении с учащимися 2-й группы. Регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы с включением центральных уровней можно рассматривать как физиологическую норму, однако длительное сохранение такого состояния может являться фактором риска

истощения адаптационно-компенсаторных механизмов и формирования срыва адаптации.

В данном исследовании принимали участие учащиеся с повышенными умственными способностями только из одного образовательного учреждения, и не представлялось возможным сравнить выборку участников с выборками одарённых детей из других регионов, что ограничивает возможность обобщения представленных результатов для этой группы учащихся из других регионов страны. Для понимания степени различия физиологических реакций на учебную нагрузку, их взаимосвязи с видом образовательного учреждения и региональными особенностями необходимы дальнейшие исследования.

Заключение

Таким образом, на фоне увеличенного объёма и интенсивности учебных нагрузок у учащихся с повышенными умственными способностями относительно учеников со средним уровнем интеллекта установлено формирование оптимальной умственной работоспособности за счёт стабилизации нервной реакции и повышения функциональных возможностей нервной системы; улучшение функционального состояния дыхательной системы, увеличение в 1,6 раза числа учащихся с удовлетворительной биологической адаптацией и уменьшение числа обследуемых со срывом адаптации в 1,5 раза. Установлено, что в условиях интенсификации обучения ученики с повышенными умственными способностями формировали лучший академический результат, однако срыв адаптационных возможностей у каждого пятого обследуемого с высоким уровнем интеллектуального потенциала свидетельствовал о том, что организм учащихся в условиях повышенных образовательных нагрузок функционирует на пределе психофизиологических возможностей. Это фактически определяет текущую неадекватность учебных нагрузок, необходимость их снижения либо внедрения дополнительного здоровьесберегающего компонента в учебный процесс лицей с целью коррекции у учащихся «группы риска» донозологических изменений.

Литература

1. 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>
2. Параничева Т.М., Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н., Лезжова Г.Н., Тюрина Е.В., Орлов К.В. Учебная, внеучебная и общая нагрузка, режим дня старшеклассников при интеллектуальных нагрузках повышенной интенсивности. *Новые исследования*. 2016; (4): 71–84.
3. Кучма В.Р., Ефимова Н.В., Ткачук Е.А., Мыльникова И.В. Гигиеническая оценка напряжённости учебной деятельности обучающихся 5–10-х классов общеобразовательных школ. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(6): 552–8. <https://doi.org/10.18821/0016-99002016-95-6-552-558>
4. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Лужецкий К.П., Маклакова О.А., Землянова М.А., Долгих О.В. и др. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса. *Анализ риска здоровью*. 2017; (1): 66–83. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.1.08>
5. 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>
6. Сетко А.Г., Булычева Е.В., Носова Е.И. Физиолого-гигиеническая характеристика адаптационного потенциала организма первоклассников в условиях современного школьного образования. *Здоровье населения и среда обитания*. 2020; (5): 18–24. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-326-5-18-24>
7. Булычева Е.В., Жданова О.М., Сетко И.А. Психофизиологические и функциональные особенности процесса адаптации учащихся в условиях дифференцированного обучения. В кн.: *Профилактическая медицина-2020. Сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. СПб.; 2020: 56–61.
8. Устинова О.Ю., Андришунас А.М. Оценка влияния повышенного уровня интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса в образовательных учреждениях различного типа (школа, лицей) на гормональный фон учащихся младших классов. В кн.: *Сборник научных работ VIII Международного молодежного конкурса «Молодежь в науке: Новые аргументы»*. Липецк: Аргумент; 2018: 204–10.
9. Рукавкова Е.М., Розанов М.Ю. Гигиеническая оценка режима дня и состояния здоровья учащихся лицей. В кн.: *Наука в современном мире*. М.: Перо; 2018: 31–4.
10. Каркашадзе Г.А., Намазова-Баранова Л.С., Захарова И.Н., Макарова С.Г., Маслова О.И. Синдром высоких учебных нагрузок у детей школьного и подросткового возраста. *Педиатрическая фармакология*. 2017; 14(1): 7–23. <https://doi.org/10.15690/pf.v14i1.1697>
11. Александрова И.Э. Гигиеническая оценка учебного расписания в условиях школьной цифровой среды. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; (3): 15–7.
12. Кучма В.Р. Факторы риска здоровью обучающихся в современной российской школе: идентификация, оценка и профилактика средствами гигиены. В кн.: *Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях: сборник статей VI Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием*. Екатеринбург; 2018: 20–6.
13. Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В. Федеральные рекомендации «Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся». М.; 2015.
14. Мороз М.П. *Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека: методическое руководство*. СПб.: ИМАТОН; 2007.
15. Игнешева Л.Н., Галеев А.Р. Комплекс ORTO-expert как компонент здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях: методическое руководство. Кемерово; 2003.
16. Деманова С.В., Деманова Д.Е. Конституционно-правовое регулирование получения образования одаренными детьми в Российской Федерации. *Известия Саратовского университета*. 2020; 20(1): 81–8. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-1-81-88>
17. Дьяков И.Г., Шербинина О.С. Организация работы с одаренными школьниками на базе университета. *Ярославский педагогический вестник*. 2019; (1): 23–9.
18. Национальная ассоциация для одаренных детей. Доступно: <https://www.nagc.org/resources-publications/gifted-education-practices/pull-out-programsspecialized-classes>

Original article

19. Центр творчества, одаренного образования и развития талантов им. Рензулли. Доступно: <https://gifted.uconn.edu/>
20. Институт развития образования. Доступно: <https://educationaladvancement.org/resource-type/gifted-organizations/>
21. Юркевич В.С. *Одаренный ребенок: иллюзии и реальность: книга для учителей и родителей*. М.: Просвещение; 2014.
22. Губайдуллин М.И., Мазунова Л.К., Хасанова Р.Ф. *Феномен детской одаренности. Многоязычие в образовательном пространстве*. Ижевск; 2015: 13–24.
23. Поленова М.А. Информационно-образовательные нагрузки как фактор риска здоровью школьников. *Здоровье населения и среда обитания*. 2015; (10): 20–2.

References

1. 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 Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(12): 1183–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1183-1188> (in Russian)
2. Paranchicheva T.M., Makarova L.V., Luk'yanets G.N., Lezhova G.N., Tyurina E.V., Orlov K.V. The educational, extracurricular, shared load and the mode of the day the high school students with intellectual activity of high intensity. *Novye issledovaniya*. 2016; (4): 71–84. (in Russian)
3. Kuchma V.R., Efimova N.V., Tkachuk E.A., Myl'nikova I.V. Hygienic assessment of the overwroughtness of educational activity in schoolchildren of 5–10 classes of secondary schools. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(6): 552–8. <https://doi.org/10.18821/0016-99002016-95-6-552-558> (in Russian)
4. 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 schools with higher stress and intensity of educational process. *Analiz riska zdorov'yu*. 2017; (1): 66–83. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.1.08> (in Russian)
5. 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 Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2016; 95(12): 1183–8. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1183-1188> (in Russian)
6. Setko A.G., Bulycheva E.V., Nosova E.I. Physiological and hygienic characteristics of the adaptation potential of first graders in conditions of modern schooling. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2020; (5): 18–24. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-326-5-18-24> (in Russian)
7. Bulycheva E.V., Zhdanova O.M., Setko I.A. Psychophysiological and functional features of the adaptation process of students in the conditions of differentiated learning. In: *Preventive Medicine-2020. Collection of Scientific Papers of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation [Profilakticheskaya meditsina-2020. Sbornik nauchnykh trudov vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem]*. St. Petersburg; 2020: 56–61. (in Russian)
8. Ustinova O.Yu., Andrishunas A.M. Assessment of the influence of an increased level of intensity and tension of the educational process in educational institutions of various types (school, lyceum) on the hormonal background of primary school students. In: *Collection of the VIII International Youth Competition «Youth in Science: New Arguments» [Sbornik nauchnykh rabot VIII Mezhdunarodnogo molodezhnogo konkursa «Molodezh' v nauke: Novye argumenty»]*. Lipetsk: Argument; 2018: 204–10. (in Russian)
9. Rukavkova E.M., Rozanov M.Yu. Hygienic assessment of the regime of the day and the state of health of students of the Lyceum. In: *Science in the Modern World [Nauka v sovremennom mire]*. Moscow: Pero; 2018: 31–4. (in Russian)
10. Karkashadze G.A., Namazova-Baranova L.S., Zakharova I.N., Makarova S.G., Maslova O.I. Syndrome of high academic loads in school-aged children and adolescents. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2017; 14(1): 7–23. <https://doi.org/10.15690/pf.v14i1.1697> (in Russian)
11. Aleksandrova I.E. Hygienic assessment of the educational schedule in the conditions of the school digital environment. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; (3): 15–7. (in Russian)
12. Kuchma V.R. Health Risk Factors for Students in Modern Russian School: Identification, Assessment and Prevention with Hygiene Products. In: *A Modern Model of Medical Care for Children in Educational Institutions: a Collection of Articles of the VI National Congress on School and University Medicine with International Participation [Sovremennaya model' meditsinskogo obespecheniya detey v obrazovatel'nykh organizatsiyakh: sbornik statey VI Natsional'nogo kongressa po shkol'noy i universitetskoj meditsine s mezhdunarodnym uchastiem]*. Ekaterinburg; 2018: 20–6. (in Russian)
13. Kuchma V.R., Tkachuk E.A., Efimova N.V., Myl'nikova I.V. Federal recommendations «Hygienic assessment of the intensity of educational activities of students». Moscow; 2013. (in Russian)
14. Moroz M.P. *Express Diagnostics of Working Capacity and Functional State of a Person: Methodical Manual [Ekspress-dagnostika rabotosposobnosti i funktsional'nogo sostoyaniya cheloveka: metodicheskoe rukovodstvo]*. St. Petersburg: IMATON; 2007. (in Russian)
15. Igisheva L.N., Galeev A.R. *ORTO-expert Complex as a Component of Health-Saving Technologies in Educational Institutions: Methodological Guidance [Kompleks ORTO-expert kak komponent zdorov'esberegayushchikh tekhnologiy v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh: metodicheskoe rukovodstvo]*. Kemerovo; 2003. (in Russian)
16. Demanova S.V., Demanova D.E. Constitutional and legal regulation of gifted children education in the Russian Federation. *Izvestiya Saratovskogo universiteta*. 2020; 20(1): 81–8. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-1-81-88> (in Russian)
17. Dyakov I.G., Shcherbinina O.S. Organization of work with gifted students at the university. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik*. 2019; (1): 23–9. (in Russian)
18. National Association for Gifted Children. Available at: <https://www.nagc.org/resources-publications/gifted-education-practices/pull-out-programmspecialized-classes>
19. The Center for Creativity, Gifted Education and Talent Development named after Renzulli. Available at: <https://gifted.uconn.edu/>
20. Institute of Education Development. Available at: <https://educationaladvancement.org/resource-type/gifted-organizations/>
21. Yurkevich V.S. *A Gifted Child: Illusions and Reality: a Book for Teachers and Parents [Odarennyy rebenok: illyuzii i real'nost': kniga dlya uchiteley i roditeley]*. Moscow: Prosveshchenie; 2014. (in Russian)
22. Gubaydullin M.I., Mazunova L.K., Khasanova R.F. *The Phenomenon of Child Giftedness. Multilingualism in the Educational Space [Fenomen detskoy odarennosti. Mnogoyazychie v obrazovatel'nom prostranstve]*. Izhevsk; 2015: 13–24. (in Russian)
23. 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)