



Физиолого-гигиеническая характеристика когнитивных функций, определяющих успешность обучения школьников в условиях различной напряженности образовательного процесса

А.Г. Сетко¹, О.М. Жданова¹, П.В. Лукьянов²

¹ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Советская, д. 6, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация

²ООО «Клиника Лукьянова», ул. Терешковой, д. 138/3, г. Оренбург, 460050, Российская Федерация

Резюме

Введение. В условиях современного образовательного процесса, сопровождающегося высокой напряженностью интеллектуального труда, одной из важнейших задач специалистов школьной медицины является поддержка, сохранение и повышение когнитивных способностей школьников как основных предикторов академической успешности. **Цель:** дать физиолого-гигиеническую характеристику когнитивных функций, определяющих успешность обучения учащихся в условиях различной напряженности образовательного процесса.

Материалы и методы. У 250 учеников многопрофильного лицея (1-я группа) и 274 учащихся средней общеобразовательной школы (2-я группа) выполнена оценка напряженности учебного процесса методом хронометража; оценена академическая успеваемость путем выкопировки данных из классных журналов учащихся. С помощью компьютерного тестирования проведено исследование функционального состояния центральной нервной системы, умственной работоспособности и когнитивных способностей школьников.

Результаты. Установлено, что у учащихся 1-й группы, обучающихся в условиях выраженного уровня напряженности образовательного процесса (класс 3.1), в сравнении с данными учеников 2-й группы с оптимальной степенью напряженности учебного труда (класс 1), отмечено достоверное увеличение средних балльных оценок по всем общеобразовательным предметам. Показано, что достижение высокого уровня академической успеваемости у учеников 1-й группы обеспечивалось за счет оптимального функционального состояния центральной нервной системы, характеризующегося стабилизацией нервных процессов и увеличением способности нервной системы формировать адаптационную функциональную систему организма в ответ на действие различных раздражителей; обусловлено доминированием левого полушария головного мозга у 61,2 % учеников, определяющего развитые навыки вербального, абстрактного, логического и аналитического мышления у 51,9-93,5 % учащихся; высокой скорости мыслительной деятельности и концентрации произвольного внимания, формирующих надежность когнитивной деятельности, и поддерживающих нормальную умственную работоспособность учащихся.

Заключение. Полученные данные способствуют более полному пониманию процессов адаптации школьников к различным факторам внутришкольной среды и учебного процесса, что, в свою очередь, необходимо использовать в рамках развития школьной медицины при организации учебной деятельности учащихся в учреждениях с интенсивным режимом обучения для повышения академической успеваемости и достижения высокой результативности образовательного процесса в пределах физиологических возможностей организма детей и подростков. При этом с физиолого-гигиенических позиций оценка когнитивных способностей у детей и подростков в процессе медико-психологического тестирования при профилизации в общеобразовательных учреждениях, реализующих программы различного уровня сложности, может стать эффективным диагностическим инструментарием при определении прогноза не только академической успеваемости учащихся, но и вопросов профилактики дезадаптации и стресса в учебной деятельности.

Ключевые слова: школьники, когнитивные функции, напряженность образовательного процесса, академическая успеваемость.

Для цитирования: Сетко А.Г., Жданова О.М., Лукьянов П.В. Физиолого-гигиеническая характеристика когнитивных функций, определяющих успешность обучения школьников в условиях различной напряженности образовательного процесса // Здоровье населения и среда обитания. 2021. Т. 29. № 11. С. 45–52. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-11-45-52>

Сведения об авторах:

Сетко Андрей Геннадьевич – д.м.н., проф., заведующий кафедрой гигиены детей и подростков с гигиеной питания и труда ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: a_setko@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9724-8672>.

✉ **Жданова** Олеся Михайловна – аспирант кафедры гигиены детей и подростков с гигиеной питания и труда ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: Robokors@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674>.

Лукьянов Павел Викторович – врач медико-психологического центра «Клиника Лукьянова»; e-mail: doctor.pavel@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1495-5073>.

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

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 05.07.21 / Принята к публикации: 03.11.21 / Опубликовано: 30.11.21

Physiological and Hygienic Characteristics of Cognitive Functions Determining Successful Student Learning Under Conditions of Different Schooling Intensity

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

¹Orenburg State Medical University, 6 Sovetskaya Street, Orenburg, 460000, Russian Federation

²“Lukyanov Clinic”, 138/3 Tereshkova Street, Orenburg, 460050, Russian Federation

Summary

Introduction: In the context of the modern educational process, accompanied by a high intensity of intellectual work, one of the most important tasks of school medicine specialists is to support, maintain and improve cognitive skills of schoolchildren as the main predictors of academic success.

Objective: The study aimed to give a physiological and hygienic characteristic of cognitive functions determining academic success of schoolchildren aged 15–17 years under conditions of various schooling intensity.

Materials and methods: We conducted a time study to assess schooling intensity of 250 pupils of a multidisciplinary lyceum (Group 1) and 274 pupils of a comprehensive school (Group 2) and evaluated their academic performance. Computer testing was used to study the functional state of the central nervous system, mental performance and cognitive skills of the schoolchildren.

Results: We established higher grade point averages in key disciplines among Group 1 students with high schooling intensity (class 3.1) compared to those in Group 2 with optimal intensity of the educational process (class 1). We found that high academic performance in Group 1 was attributed to the optimal functional state of the central nervous system characterized by stabilization of nervous processes and a better ability of the nervous system to form the adaptive functional system of the body in response to various stimuli; to the dominance of the left cerebral hemisphere in 61.2 % of the students, which determined mature skills of verbal, abstract, logical and analytical thinking in 51.9–93.5% of the students; high speed of mental activity and concentration of voluntary attention promoting cognitive activity and maintaining normal mental performance of the schoolchildren.

Conclusions: Our findings contribute to a better understanding of the processes of adaptation of schoolchildren to various factors of school environment and learning to be used within the development of school medicine when organizing educational activities of students at schools with an intensive learning regime in order to promote academic performance and achieve high efficiency of the educational process within physiological capabilities of children and adolescents. At the same time, from physiological and hygienic points of view, assessment of cognitive skills in children and teenagers by means of medical and psychological testing in educational establishments implementing profile training of various difficulty levels can become an effective diagnostic tool in predicting academic performance of students and help resolve issues of prevention of maladjustment and stress at school.

Keywords: schoolchildren, cognitive functions, schooling intensity, academic performance.

For citation: Setko AG, Zhdanova OM, Lukyanov PV. Physiological and hygienic characteristics of cognitive functions determining successful student learning under conditions of different schooling intensity. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021; 29(11):45–52. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-11-45-52>

Author information:

Andrey G. Setko, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Hygiene of Children and Adolescents, Food Hygiene and Occupational Health, Orenburg State Medical University; e-mail: aisetko@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9724-8672>.

✉ Olesya M. Zhdanova, Postgraduate, of Hygiene of Children and Adolescents, Food Hygiene and Occupational Health, Orenburg State Medical University; e-mail: Robokors@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674>.

Pavel V. Lukyanov, physician, Medical Psychology Center "Lukyanov Clinic"; e-mail: doctor.pavel@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1495-5073>.

Author contributions: Setko A.G. developed the study conception and design; Zhdanova O.M. and Lukyanov P.V. did data collection and processing and wrote the manuscript; all authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: July 5, 2021 / Accepted: November 03, 2021 / Published: November 30, 2021

Введение. Возрастающая потребность в получении подрастающим поколением высшего образования как гарантии достойного дохода в будущем определила необходимость обеспечения учащихся качественным и эффективным средним образованием. Однако попытки повышения эффективности образовательного процесса за счет увеличения учебных часов и объема информации, модернизации образовательных программ, внедрения инновационных технологий и информационно-технических средств в учебный процесс привели к интенсификации интеллектуального труда, а вместе с этим и к увеличению количества школьников, не справляющихся с учебной нагрузкой [1–8].

Ввиду особенности развития своих психофизиологических способностей некоторые ученики не справляются с задачами повышенного уровня сложности, не могут успешно освоить учебную программу [9–12]. Из года в год значительное количество учащихся с низкой академической успеваемостью бросают школу до получения аттестата о среднем образовании [13–18].

Низкая академическую успеваемость является причиной развития тревожности, стресса, заниженной самооценки, особенно в академической и профессиональной областях, трудностей во взаимоотношениях со сверстниками, что приводит к ухудшению психического здоровья школьников и в конечном итоге может обуславливать многочисленные проблемы в будущем учащихся, такие как деструктивное поведение, преступность, насилие, безработица и бедность [19–24].

Цель исследования — дать физиолого-гигиеническую характеристику когнитивных функций, определяющих успешность обучения учащихся

в условиях различной напряженности образовательного процесса.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие обучающиеся старшего звена (9–11-е классы) 15–17-летнего возраста. Первую группу составили 250 учеников (137 девушек и 113 юношей) многопрофильного лицея, прошедших при поступлении конкурсный отбор в форме вступительных экзаменов и психолого-педагогического тестирования. Вторая группа представлена 274 учащимися (142 девушки и 105 юношей) непрофильной средней общеобразовательной школы. Критерии включения: учащиеся с I–III группами здоровья, не имеющие острых и хронических заболеваний центральной нервной системы; наличие письменного информированного согласия учащихся и их родителей на обследование. Критерии исключения: учащиеся с острыми и хроническими заболеваниями в стадии обострения; перенесшие за две недели до начала обследования острые заболевания; отказ от обследования. Исследование было выполнено в период второй учебной четверти (ноябрь–декабрь), в утренние часы, в медицинских кабинетах общеобразовательных учреждений, с соблюдением принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Форталеа, 2013).

Оценка напряженности учебной деятельности проведена согласно федеральным рекомендациям хронометражным методом по показателям сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных нагрузок, режима и монотонности учебного труда¹. Эффективность учебного процесса оценена путем выкопировки данных академической успеваемости из классных журналов обучающихся.

¹ Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В. и др. Федеральные рекомендации «Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся». Утверждены Профильной комиссией Минздрава России по школьной медицине, гигиене детей и подростков 14 февраля 2015 г., протокол № 4.

Диагностика функционального состояния центральной нервной системы и умственной работоспособности школьников проведена с помощью вариационной хронорефлексографии на аппаратно-программном комплексе «Способ диагностики работоспособности человека»² по функциональному уровню нервной системы (ФУС), устойчивости нервной реакции (УР), уровню функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ), средние значения которых позволили рассчитать коэффициент межполушарной асимметрии по формуле: $K_{ас} = (УФВл - УФВп) / (УФВл + УФВп) \times 100 \%$, где УФВл — уровень функциональных возможностей при выполнении сенсомоторного теста правой рукой, отражающий активность левого полушария; УФВп — уровень функциональных возможностей при выполнении сенсомоторного теста левой рукой, который отражает активность правого полушария³. Положительное значение коэффициента определяло преобладание левого полушария, отрицательное — правого.

Проведено исследование уровня сформированности вербально-логического, вербально-логического, аналитического, абстрактного и пространственного мышления с помощью компьютерного теста АСТУР⁴. Выполнена оценка когнитивных способностей с помощью теста кольца Э. Ландольта⁵, реализованного в форме компьютерной программы, по показателям скорости переработки информации (S), продуктивности (P), коэффициенту выносливости (Kp), точности (At), коэффициенту точности (Ta), амплитуды колебаний продуктивности (Pmax—Pmin).

Полученные данные подчинялись закону нормального распределения (проверку на нормальность распределения данных осуществляли путем вычисления критерия Колмогорова — Смирнова) и были представлены в виде средней арифметической и ошибки среднего ($M \pm m$). Для выявления статистически значимых различий в сравниваемых группах использован *t*-критерий Стьюдента с последующим расчетом достоверности (*p*). Значимыми считали различия при $p \leq 0,05$. Расчеты осуществлены с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office 2013 и Statistica 13.0.

Результаты. Установлено, что напряженность учебных занятий у учащихся 1-й группы была выше

по уровню эмоциональных нагрузок в 2,5 раза, по уровню интеллектуальных и сенсорных нагрузок в 1,9 раза, по степени монотонности учебной деятельности в 1,6 раза и по режиму обучения в 1,7 раза, чем у учеников 2-й группы (табл. 1). Комплексная балльная оценка напряженности учебного труда у учащихся 1-й группы составила $2,9 \pm 0,14$ балла и соответствовала напряженной 1-й степени (класс 3.1), у школьников 2-й группы — $1,5 \pm 0,09$ балла ($p \leq 0,05$) и характеризовалась как оптимальная (класс 1).

В условиях высокой интенсивности учебного процесса у учащихся 1-й группы средняя балльная оценка академической успеваемости по всем общеобразовательным предметам была достоверно выше, чем у учеников 2-й группы (рис. 1).

Вероятно, достижение академических успехов у учеников 1-й группы обеспечивалось за счет высокого уровня функционирования центральной нервной системы (табл. 2). Так, у учащихся 1-й группы были выявлены максимальные значения устойчивости нервной реакции, которая составляла $1,3 \pm 0,08$ ед. при данных $1,0 \pm 0,10$ ед. у обследуемых 2-й группы ($p \leq 0,05$); и уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы — $2,5 \pm 0,09$ ед. при данных $2,2 \pm 0,11$ ед. у учеников группы сравнения ($p \geq 0,05$). Исходный функциональный уровень нервной системы у учащихся исследуемых групп не имел достоверных различий и в среднем составлял $2,4 \pm 0,03$ и $2,4 \pm 0,02$ ед. соответственно.

При распределении школьников в зависимости от типа функциональной асимметрии полушарий головного мозга было установлено, что у 61,2 % учеников 1-й группы доминирующим являлось левое полушарие головного мозга, в то время как среди обследуемых 2-й группы 56,6 % учеников имели правополушарный тип функциональной асимметрии головного мозга и 39,2 % — левополушарный (рис. 2).

В связи с этим у учеников 1-й группы вербальные способности преобладали над невербальными, о чем свидетельствовала балльная оценка уровня сформированности вербального ($22,8 \pm 0,40$ балла) и невербального (пространственного) мышления ($9,1 \pm 0,18$ балла) у обследуемых основной группы (рис. 3).

Таблица 1. Показатели напряженности учебного процесса у исследуемых учащихся (баллы)

Table 1. Indicators of intensity of the educational process in the studied schoolchildren (points)

Показатели / Indicators	Группы учащихся / Groups of schoolchildren	
	1	2
Интеллектуальные нагрузки / Intellectual workload	$3,2 \pm 0,18$	$1,7 \pm 0,22^*$
Сенсорные нагрузки / Sensory load	$2,8 \pm 0,11$	$1,5 \pm 0,16^*$
Эмоциональные нагрузки / Emotional load	$3,2 \pm 0,29$	$1,3 \pm 0,15^*$
Монотонность учебного процесса / Monotony of the learning process	$2,3 \pm 0,24$	$1,4 \pm 0,15^*$
Режим работы на учебных занятиях / Work patterns at lessons	$3,0 \pm 0,11$	$1,8 \pm 0,08^*$
Комплексная балльная оценка / Comprehensive score	$2,9 \pm 0,14$	$1,5 \pm 0,09^*$

Примечание: * — $p \leq 0,05$ при сравнении учащихся 1-й группы с данными учеников 2-й группы.

Note: * — $p \leq 0.05$ for the intergroup comparison.

² Мороз М.П. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека. Методическое руководство. М., 2003. 25 с.

³ Олада Э.Я., Китаев А.В., Савченко А.А., Мякишев Е.В., Пропой Г.С. Патент: Способ определения степени межполушарной асимметрии мозга. 2005.

⁴ Гуревич К.М., Аким М.К., Борисова Е.М., Логинова Г.П., Раевский А.М., Ференс Н.А. Тест АСТУР. Психологическая наука и образование. 1996. № 1 (1). С. 105–106.

⁵ Сысоев В.Н. Тест Э. Ландольта. Диагностика работоспособности. СПб., 2000. С. 23.

В сравнительном аспекте у учащихся 1-й группы относительно данных обследуемых 2-й группы уровень общих знаний был выше в 1,3 раза ($17,9 \pm 0,43$ и $13,5 \pm 0,48$ балла ($p \leq 0,05$)), степень сформированности абстрактного мышления — в 2,6 раза ($30,7 \pm 1,04$ и $11,9 \pm 0,84$ балла ($p \leq 0,05$)), аналитического мышления — в 2,1 раза ($14,2 \pm 0,30$ и $6,9 \pm 0,79$ балла ($p \leq 0,05$)), вербального мышления — в 2,4 раза ($22,8 \pm 0,40$ и $9,7 \pm 0,49$ балла ($p \leq 0,05$)), вербально-логического мышления — в 2,0 раза ($13,2 \pm 0,40$ и $6,7 \pm 0,67$ балла ($p \leq 0,05$)) и пространственного мышления — в 1,6 раза ($9,1 \pm 0,18$ и $5,8 \pm 0,43$ балла ($p \leq 0,05$)).

При этом высокий уровень развития вербальных и невербальных компонентов мышления отмечен у каждого второго ученика 1-й группы, и не более чем у 4,2–33,3 % обследуемых 2-й группы (рис. 4).

Кроме того, у учащихся 1-й группы относительно учеников 2-й группы установлено увеличение

с $1,41 \pm 0,050$ до $1,66 \pm 0,042$ ед. ($p \leq 0,05$) скорости переработки информации, отражающей скоростные параметры процесса принятия решения и связанной с ней продуктивности когнитивной деятельности с $296,57 \pm 10,782$ до $338,75 \pm 4,942$ ед. ($p \leq 0,05$), что, вероятно, обусловлено устойчивостью нервной системы к действию различных раздражителей, о чем свидетельствовало достоверное изменение коэффициента выносливости, который составлял у учащихся 1-й группы $6,15 \pm 0,120$ %, у школьников 2-й группы $23,58 \pm 0,089$ % ($p \leq 0,05$) (табл. 3). На фоне этого всего 5,2 % учащихся основной группы имели низкую скорость мыслительной деятельности и соответственно сниженную производительность когнитивного труда, поскольку лишь у 11,4 % отмечена низкая степень выносливости нервной системы, в то время как каждый пятый ученик группы сравнения имел низкую скорость (23,5 %) и продуктивность (22,6 %), у каждого

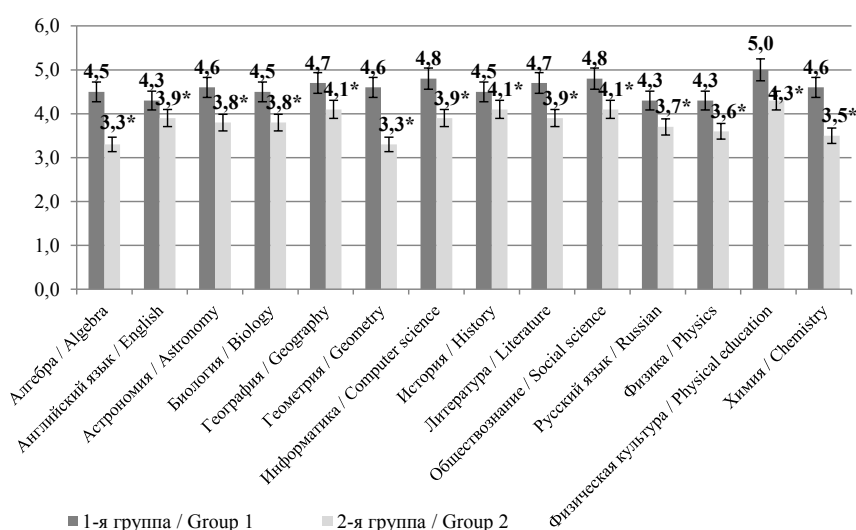


Рис. 1. Средняя балльная оценка академической успеваемости учащихся по общеобразовательным предметам

Fig. 1. Grade point averages of the schoolchildren in key disciplines

Таблица 2. Показатели функционального состояния центральной нервной системы учащихся (единицы)

Table 2. Indicators of the functional state of the central nervous system of the schoolchildren (units)

Показатели / Indicators	Группы учащихся / Groups of schoolchildren	
	1	2
Функциональный уровень нервной системы / Functional level of the nervous system	$2,4 \pm 0,03$	$2,4 \pm 0,02$
Устойчивость нервной реакции / Nervous stability	$1,3 \pm 0,08$	$1,0 \pm 0,10^*$
Уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы / Level of functionality of the developed functional system	$2,5 \pm 0,09$	$2,2 \pm 0,11$

Примечание: * – $p \leq 0,05$ при сравнении учащихся 1-й группы с данными учеников 2-й группы.

Note: * – $p \leq 0.05$ for the intergroup comparison.

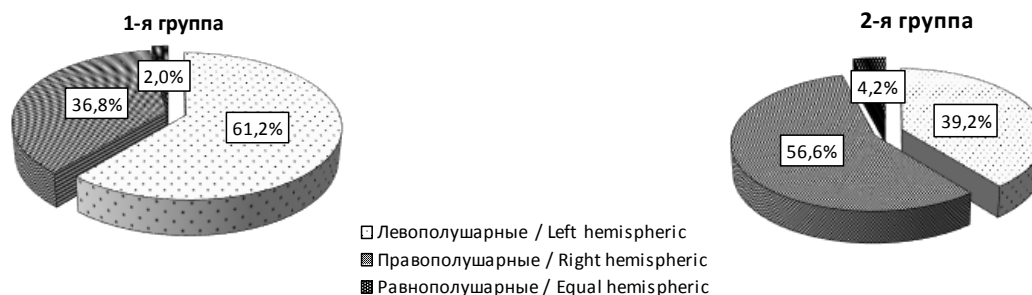


Рис. 2. Распределение учащихся в зависимости от типа функциональной асимметрии полушарий головного мозга (%)

Fig. 2. Distribution of students by the type of functional asymmetry of cerebral hemispheres (%)

третьего обследуемого выявлен низкий уровень выносливости нервной системы (40,5 %) (рис. 5).

У школьников 1-й группы отмечено также повышение эффективности когнитивной деятельности, что подтверждалось увеличением точности с $0,88 \pm 0,015$ до $0,93 \pm 0,026$ ед. ($p \leq 0,05$) и максимальным удельным весом числа учащихся с высоким уровнем точности среди 1-й группы (70,0 %) относительно данных учеников 2-й группы (45,4 %), вероятно, за счет изменения коэффициента точности с $2,44 \pm 0,016$ до $3,98 \pm 0,023$ % ($p \leq 0,05$), отражающего способность нервной системы к длительному безошибочному выполнению когнитивной деятельности. Стабильно высокий и устойчивый уровень продуктивности и точности когнитивной работоспособности определил формирование высокой степени надежности труда у учеников 1-й группы, о чем свидетельствовал минимальный показатель амплитуды колебаний продуктивности у учащихся 1-й группы — $62,81 \pm 3,007$ ед., относительно данных учеников 2-й группы — $160,83 \pm 23,131$ ед. ($p \leq 0,05$).

Интегральная оценка уровня умственной работоспособности показала, что нормальную работоспособность имели 70,1 % учеников 1-й группы и 58,0 % обследуемых 2-й группы, причем

существенно сниженную умственную работоспособность имели лишь 3,8 % учащихся 1-й группы, что в 3,7 раза меньше количества школьников группы сравнения (14,0 %) (рис. 6).

Результаты. Установлено, что в условиях выраженной напряженности учебного труда (класс 3.1) высокий уровень академической успеваемости у учеников 1-й группы обеспечивался оптимальным функциональным состоянием центральной нервной системы за счет уравниваемости нервных процессов и способности нервной системы к формированию адаптационной функциональной системы организма в ответ на действие различных раздражителей, о чем свидетельствовали данные увеличения показателей устойчивости реакции и уровня функциональных возможностей сформированной нервной системы у учащихся 1-й группы относительно школьников 2-й группы.

Согласно данным научных исследований система школьного обучения в настоящее время ориентирована преимущественно на развитие у школьников левого полушария, специализирующегося в основном на вербально-символических, лингвистических и математических функциях, при этом ученики с правополушарной активностью головного мозга, обладающие развитыми

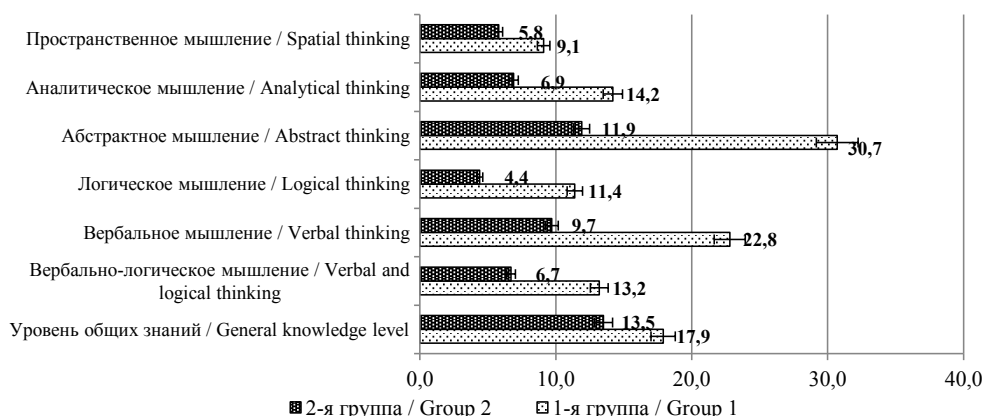


Рис. 3. Балльная оценка уровня сформированности психофизиологических функций у учащихся

Fig. 3. Score of psychophysiological maturity of the schoolchildren (points)

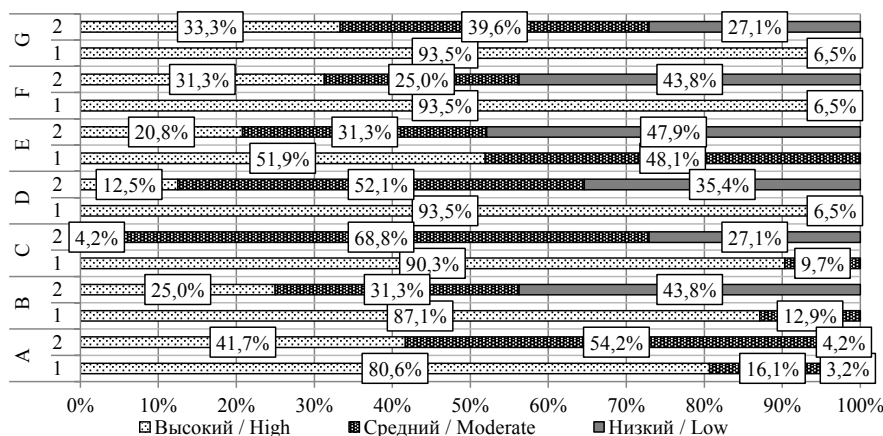


Рис. 4. Распределение учащихся в зависимости от уровня развития психофизиологических способностей (%).

A — уровень общих знаний; B — уровень вербально-логического мышления; C — уровень вербального мышления; D — уровень логического мышления; E — уровень абстрактного мышления; F — уровень аналитического мышления; G — уровень пространственного мышления

Fig. 4. Distribution of the schoolchildren of groups 1 and 2 by psychophysiological maturity (%). A — level of general knowledge; B — level of verbal and logical thinking; C — level of verbal thinking; D — level of logical thinking; E — level of abstract thinking; F — level of analytical thinking; G — level of spatial thinking

навыками решения наглядно-образных, пространственных задач, в условиях учебных нагрузок, направленных на развитие левого полушария, могут испытывать некоторые трудности и не справляться с предъявляемыми школьными нагрузками [8–11]. Так, у большинства учеников 1-й группы доминирующим являлось левое полушарие головного мозга, в то время как у каждого второго учащегося группы сравнения выявлен правополушарный тип функциональной асимметрии, что могло являться причиной снижения академической успеваемости у учеников 2-й группы в сравнении со школьниками основной группы.

Необходимым условием эффективного применения полученных в процессе обучения знаний

является достаточный уровень сформированности мышления. Установлено, что уровень развития вербальных компонентов мышления, таких как абстрактное, аналитическое и логическое мышление, а также невербальных способностей (пространственное мышление) у учащихся 1-й группы был достоверно выше, чем у школьников 2-й группы. Развитие различных видов мышления у учеников 1-й группы, по всей видимости, обеспечивало высокую эффективность выполнения задач, связанных с анализом и обработкой вербальной и невербальной информации, что определяло высокую результативность учебного процесса.

Показано, что высокая надежность, эффективность когнитивной деятельности у учащихся 1-й

Таблица 3. Показатели когнитивной работоспособности учащихся

Table 3. Indicators of cognitive performance of the schoolchildren

Показатели / Indicators	Группы учащихся / Groups of schoolchildren	
	1	2
Скорость переработки информации (S, ед.) / Information processing speed (S, units)	1,66 ± 0,042	1,41 ± 0,050*
Продуктивность (Pt, ед.) / Productivity (Pt, units)	338,75 ± 4,942	296,57 ± 10,782*
Коэффициент выносливости (Kp, %) / Endurance coefficient (Kp, %)	6,15 ± 0,120	23,58 ± 0,089*
Точность (At, ед.) / Accuracy (At, units)	0,93 ± 0,026	0,88 ± 0,015*
Коэффициент точности (Ta, %) / Accuracy factor (Ta, %)	2,44 ± 0,016	3,98 ± 0,023*
Амплитуда колебаний продуктивности (Pmax–Pmin, ед.) / Amplitude of productivity fluctuations (Pmax–Pmin, units)	62,81 ± 3,007	160,83 ± 23,131*

Примечание: * – $p \leq 0,05$ при сравнении данных учащихся 1-й группы с данными учащихся 2-й группы.

Note: * – $p \leq 0,05$ for the intergroup comparison.

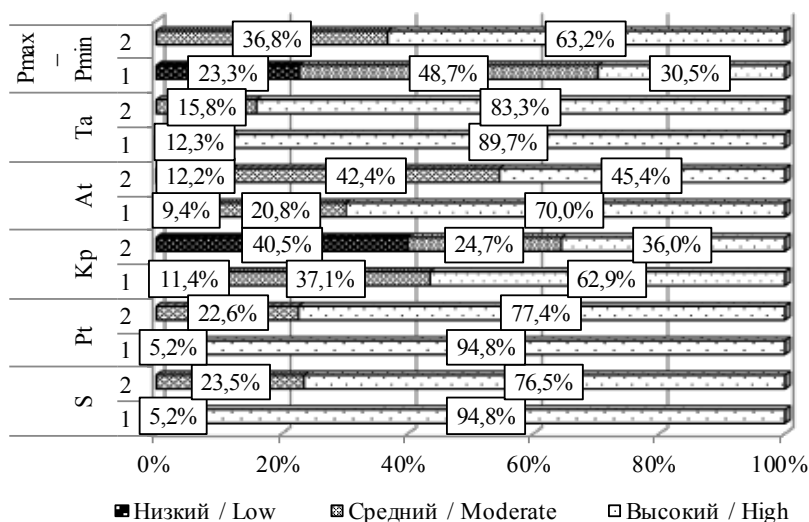


Рис. 5. Распределение учащихся в зависимости от уровня сформированности когнитивных способностей (%)

Fig. 5. Distribution of the schoolchildren by cognitive maturity (%)

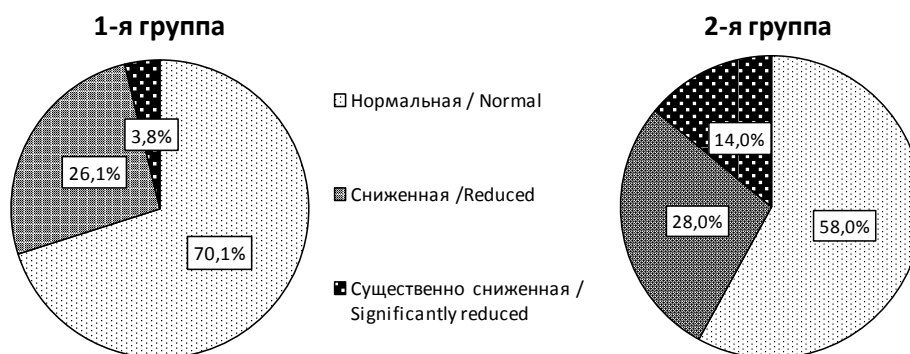


Рис. 6. Распределение учащихся в зависимости от уровня умственной работоспособности (%)

Fig. 6. Distribution of students by the level of mental performance (%)

группы формировалась за счет высокой скорости мыслительных процессов (94,8 %) и высокого уровня концентрации произвольного внимания (70,0 %), что, вероятно, было обусловлено уравновешенностью нервных процессов, о чем свидетельствовала высокая степень развития выносливости нервной системы у 62,9–89,7 % учеников 1-й группы. В то же время дестабилизация устойчивости нервных процессов у 15,8–64,0 % учеников 2-й группы, по всей вероятности, являлась функциональной основой для формирования низкой скорости мыслительных процессов у каждого пятого ученика (23,5 %) и недостаточного уровня сформированности внимания у каждого второго ученика группы сравнения (54,6 %).

Заключение. В условиях интенсификации учебного процесса достижение высокой академической успеваемости учащихся 1-й группы обеспечивалось за счет оптимального функционального состояния центральной нервной системы; доминирования левого полушария головного мозга, определяющего развитые навыки вербального, абстрактного, логического и аналитического мышления; высокой подвижности мышления и концентрации произвольного внимания, формирующих надежность когнитивной деятельности и поддерживающих нормальную умственную работоспособность учащихся. Полученные данные способствуют более полному пониманию процессов адаптации школьников к различным факторам внутришкольной среды и учебного процесса, что, в свою очередь, необходимо использовать в рамках развития школьной медицины при организации учебной деятельности учащихся в учреждениях с интенсивным режимом обучения для повышения академической успеваемости и достижения высокой результативности образовательного процесса в пределах физиологических возможностей организма детей и подростков. При этом с физиолого-гигиенических позиций оценка когнитивных способностей у детей и подростков в процессе медико-психологического тестирования при профилизации в общеобразовательных учреждениях, реализующих программы различного уровня сложности, может стать эффективным диагностическим инструментарием при определении прогноза не только академической успеваемости учащихся, но и вопросов профилактики дезадаптации и стресса в учебной деятельности.

Список литературы

1. Кучма В.Р. Вызовы XXI века: гигиеническая безопасность детей в изменяющейся среде. Актовая речь. М.: Педиатр, 2016. 76 с.
2. Кучма В.Р. Факторы риска здоровью обучающихся в современной Российской школе: идентификация, оценка и профилактика средствами гигиены. Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях: сборник статей VI Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием. Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2018. № 6. С. 20–26.
3. Сетко Н.П., Сетко А.Г., Булычева Е.В. Адаптационная медицина детей и подростков. Оренбург, ОрГМУ, 2018. 516 с.
4. Анисимова Н.В., Опарина О.Н., Сугробова Г.А. и др. Распределение учебной нагрузки гимназистов в динамике учебного дня и недели на основе параметров умственной работоспособности. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. 2015. № 4 (36). С. 226–234.
5. Ставцева В.В. Динамика умственной работоспособности учащихся 4–11 классов на уроках в течение учебного дня и недели. Научные ведомости белгородского государственного университета. 2012. № 3. С. 166–173.
6. Александрова И.Э. Гигиеническая оценка учебного расписания в условиях школьной цифровой среды. Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 3. С. 15–17.
7. Черницына Н.В. Динамика психофизиологических показателей работоспособности и утомления учащихся младших классов в течение учебной недели. Вестник Югорского государственного университета. 2014. № 1 (32). С. 43–47.
8. Шукина А.С., Зорин И.А. Умственная работоспособность одаренных учащихся // Актуальные проблемы гигиены и экологической медицины: Сборник материалов VI межвузовской студенческой заочной научно-практической конференции с международным участием, Гродно, 18 декабря 2020 года / Отв. редактор И.А. Наумов. Гродно: Гродненский государственный медицинский университет, 2021. С. 363–366.
9. Игнатова Ю.П., Макарова И.И., Зенина О.Ю., Аксенова А.В. Современные аспекты изучения функциональной межполушарной асимметрии мозга (обзор литературы). Экология человека. 2016. № 9. С. 30–39.
10. Блинова Н.Г., Лурье С.Б., Васина Е.В. Психофизиологическое развитие учащихся в условиях профильного обучения. Вестник Кемеровского государственного университета. 2011. № 1. С. 136–140.
11. Попова Е.В., Волокитина Т.В. Особенности развития структуры интеллекта школьников 11–18 лет. Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 1. С. 77–86.
12. Безруких М.М., Логинова Е.С., Парцалис Е.М. Комплексная диагностика индивидуальных нарушений когнитивного развития и их коррекция. Физиология человека. 2015. № 41 (4). С. 18–30.
13. Garcia OF, Serra E. Raising children with poor school performance: parenting styles and short- and long-term consequences for adolescent and adult development. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(7):1089. doi: 10.3390/ijerph16071089
14. Bowers AJ, Sprott R. Why tenth graders fail to finish high school: a dropout typology latent class analysis. *J Educ Stud Placed Risk*. 2012;17(3):129–148. doi: 10.1080/10824669.2012.692071
15. Bowers AJ, Sprott R, Taff SA. Do we know who will dropout? A review of the predictors of dropping out of high school: precision, sensitivity and specificity. *High Sch J*. 2013;96(2):77–100. doi: 10.1353/hsj.2013.0000
16. Lansford JE, Dodge KA, Pettit GS, Bates JE. A public health perspective on school dropout and adult outcomes: A prospective study of risk and protective factors from age 5 to 27 years. *J Adolesc Health*. 2016;58(6):652–658. doi: 10.1016/j.jadohealth.2016.01.014
17. Bugbee BA, Beck KH, Fryer CS, Arria AM. Substance use, academic performance, and academic engagement among high school seniors. *J Sch Health*. 2019;89(2):145–156. doi: 10.1111/josh.12723
18. Urrila AS, Artiges E, Massicotte JR, et al. Sleep habits, academic performance, and the adolescent brain structure. *Sci Rep*. 2017;7:41678. doi: 10.1038/srep41678
19. Schulte-Körne G. Mental health problems in a school setting in children and adolescents. *Dtsch Arztebl Int*. 2016;113(11):183–190. doi: 10.3238/arztebl.2016.0183
20. Вавилов Ю.П. Проблемы учебной неуспеваемости школьников. Ярославский педагогический вестник. 2016. № 2. С. 19–24.

21. Лубкарева К.В. Психологические проблемы неуспеваемости младших подростков. В сборнике: Будущее науки – 2019. сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции, 2019. С. 183–186.
22. Falch T, Massih SS. The effect of education on cognitive ability. *Econ Inq.* 2011;49(3):838–856. doi: 10.1111/j.1465-7295.2010.00312.x
23. Needham BL, Crosnoe R, Muller C. Academic failure in secondary school: The inter-related role of health problems and educational context. *Soc Probl.* 2004; 51(4):569–586. doi: 10.1525/sp.2004.51.4.569
24. Lleras-Muney A. The relationship between education and adult mortality in the United States. *Rev Econ Stud.* 2005;72(1):189–221.
10. Blinova NG, Lurye SB, Vasina EV. Psychophysiological development of pupils in conditions of profile training. *Vestnik Kemerovskogo Gosudarstvennogo Universiteta.* 2011;(1(45)):136–140. (In Russ.)
11. Popova EV, Volokitina TV. Features of intellect structure development in schoolchildren aged 11–18 years. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) Federal'nogo Universiteta. Seriya: Estestvennye Nauki.* 2012;(1):77–86. (In Russ.)
12. Bezrukikh MM, Loginova ES, Partsalis EM. Children with impaired cognitive development: complex assessment and intervention. *Fiziologiya Cheloveka.* 2015;41(4):356–366.
13. Garcia OF, Serra E. Raising children with poor school performance: parenting styles and short- and long-term consequences for adolescent and adult development. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(7):1089. doi: 10.3390/ijerph16071089
14. Bowers AJ, Sprott R. Why tenth graders fail to finish high school: a dropout typology latent class analysis. *J Educ Stud Placed Risk.* 2012;17(3):129–148. doi: 10.1080/10824669.2012.692071
15. Bowers AJ, Sprott R, Taff SA. Do we know who will dropout? A review of the predictors of dropping out of high school: precision, sensitivity and specificity. *High Sch J.* 2013;96(2):77–100. doi: 10.1353/hsj.2013.0000
16. Lansford JE, Dodge KA, Pettit GS, Bates JE. A public health perspective on school dropout and adult outcomes: A prospective study of risk and protective factors from age 5 to 27 years. *J Adolesc Health.* 2016;58(6):652–658. doi: 10.1016/j.jadohealth.2016.01.014
17. Bugbee BA, Beck KH, Fryer CS, Arria AM. Substance use, academic performance, and academic engagement among high school seniors. *J Sch Health.* 2019;89(2):145–156. doi: 10.1111/josh.12723
18. Urrila AS, Artiges E, Massicotte JR, et al. Sleep habits, academic performance, and the adolescent brain structure. *Sci Rep.* 2017;7:41678. doi: 10.1038/srep41678
19. Schulte-Körne G. Mental health problems in a school setting in children and adolescents. *Dtsch Arztebl Int.* 2016;113(11):183–190. doi: 10.3238/arztebl.2016.0183
20. Vavilov YuP. Problems of schoolchildren's educational backwardness. *Yaroslavskiy Pedagogicheskiy Vestnik.* 2016;(2):19–24. (In Russ.)
21. Lubkareva KV. [Psychological problems of poor school performance in younger adolescents.] In: *Future of Science—2019: Proceedings of the Seventh International Youth Conference, Kursk, April 25–26, 2019.* Kursk: Southwestern State University Publ.; 2019:183–186. (In Russ.)
22. Falch T, Massih SS. The effect of education on cognitive ability. *Econ Inq.* 2011;49(3):838–856. doi: 10.1111/j.1465-7295.2010.00312.x
23. Needham BL, Crosnoe R, Muller C. Academic failure in secondary school: The inter-related role of health problems and educational context. *Soc Probl.* 2004; 51(4):569–586. doi: 10.1525/sp.2004.51.4.569
24. Lleras-Muney A. The relationship between education and adult mortality in the United States. *Rev Econ Stud.* 2005;72(1):189–221.

References

1. Kuchma VR. [Challenges of the 21st Century: Hygienic Safety of Children in a Changing Environment. Assembly Speech.] Moscow: Pediatr Publ.; 2016. (In Russ.)
2. Kuchma VR. [Health risk factors for students in the modern Russian school: Identification, assessment and prevention with hygiene products.] In: Contemporary Model of Child Health Care in Educational Establishments: Proceedings of the Sixth National Congress on School and University Medicine with international participation. Yekaterinburg: UGMU Publ.; 2018;(6):20–26. (In Russ.)
3. Setko NP, Setko AG, Bulycheva EV. [Adaptive Medicine for Children and Adolescents.] Orenburg: OrGMU Publ.; 2018. (In Russ.)
4. Anisimova NV, Oparina ON, Sugrobova GA, Savina LN. Study load distribution for grammar school students over academic day and week according to their mental capacity. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Povolzhskiy Region. Gumanitarnye Nauki.* 2015;(4(36)):226–234. (In Russ.)
5. Stavtseva VV. Dynamics of intellectual working capacity of pupils 4–11 grades at lessons during educational day and week. *Nauchnye Vedomosti Belgorodskogo Gosudarstvennogo Universiteta.* 2012;(3(122)):166–173. (In Russ.)
6. Aleksandrova IE. Hygienic assessment of the educational schedule in the conditions of the school digital environment. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya.* 2018;(3(300)):15–17. (In Russ.)
7. Chernitsyna NV. Dynamics of psychophysiological indicators of efficiency and fatigue in junior classes during the school week. *Vestnik Yugorskogo Gosudarstvennogo Universiteta.* 2014;(1(32)):43–47. (In Russ.)
8. Shchukina AS, Zorin IA. Mental performance of gifted students. Topical problems of hygiene and environmental medicine. In: Collection of materials of the VI inter-university student correspondence scientific and practical conference with international participation, Grodno, December 18, 2020. I.A. Naumov-Ed. Grodno: Grodnenskiy gosudarstvennyi meditsinskii universitet Publ.; 2021:363–366.
9. Ignatova JP, Makarova II, Zenina OJ, Aksenova AV. Current aspects of functional hemispheric asymmetry studying (literature review). *Ekologiya Cheloveka [Human Ecology].* 2016;(9):30–39. (In Russ.)

