

УДК 612.8-053.6:373.3/5

DOI: 10.35693/2500-1388-2021-6-2-37-42

Особенности функционирования центральной нервной и дыхательной систем старшеклассников, обучающихся в условиях высокой напряженности учебного труда

А.Г. Сетко, Е.В. Булычева, О.М. Жданова

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»
Минздрава России (Оренбург, Россия)

Аннотация

Цель — выявить особенности функционирования центральной нервной и дыхательной систем у старшеклассников, обучающихся в условиях высокой напряженности учебного труда.

Материал и методы. На базе многопрофильного лицея для одаренных учащихся и средней общеобразовательной школы проведена предварительная оценка напряженности учебного процесса в соответствии с Федеральными рекомендациями «Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся». В обоих общеобразовательных учреждениях из учащихся 9–10 классов были сформированы группы наблюдения: первую группу составили 200 учащихся с повышенными умственными способностями, группу сравнения — 200 обучающихся традиционной школы. Исследование функционального состояния центральной нервной системы проведено методом вариационной хронорефлексографии; дыхательной системы — методом спирографии.

Результаты. В условиях выраженной напряженности учебного процесса (класс 3.1) у старшеклассников многопрофильного лицея относительно данных учащихся средней школы, в которой напряженность учебного труда являлась оптимальной (класс 1), стабилизировался уровень нервной реакции, увеличилась способность центральной нервной системы к формированию внутри- и межсистемной адаптационной системы организма. Вероятно, это обусловлено тренированностью нервных процессов в результате напряженной когнитивной деятельности на фоне гармоничного развития систем, обеспечивающих работу центральной нервной системы в оперативном режиме.

Заключение. Полученные данные могут быть использованы в образовательных организациях для учащихся с повышенными умственными способностями для внедрения в учебный процесс приемов развития оперативных показателей центральной

нервной системы, обеспечивающих высокие интеллектуальные достижения.

Ключевые слова: напряженность учебного труда, одаренные учащиеся, функциональное состояние центральной нервной, дыхательной системы.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Сетко А.Г., Булычева Е.В., Жданова О.М.
Особенности функционирования центральной нервной и дыхательной систем старшеклассников, обучающихся в условиях высокой напряженности учебного труда. Наука и инновации в медицине. 2021;6(2):37-42. doi: 10.35693/2500-1388-2021-6-2-37-42

Сведения об авторах

Сетко А.Г. — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой гигиены детей и подростков с гигиеной питания и труда.

ORCID: 0000-0002-6887-6776

E-mail: a_isetko@mail.ru

Булычева Е.В. — к.м.н., доцент кафедры профилактической медицины.

ORCID: 0000-0002-2915-2046 E-mail: e-sosnina@mail.ru

Жданова О.М. — аспирант кафедры гигиены детей и подростков с гигиеной питания и труда.

ORCID: 0000-0003-4694-0674 E-mail: Robokors@yandex.ru

Автор для переписки

Жданова Олеся Михайловна

Адрес: Оренбургский государственный медицинский университет, ул. М. Горького, 43, г. Оренбург, Россия.

E-mail: Robokors@yandex.ru

ЦНС — центральная нервная система; ФУС — функциональный уровень нервной системы; УС — устойчивость нервной реакции;

УФВ — уровень функциональных возможностей;

ЖЕЛ — жизненная емкость легких; ФЖЕЛ — форсированная емкость легких;

ОФВ — объем форсированного выдоха; ПОС — пиковая объемная скорость;

МОС — мгновенная объемная скорость; СОС — средняя объемная скорость.

Рукопись получена: 30.11.2020

Рецензия получена: 01.02.2021

Решение о публикации принято: 10.02.2021

Central nervous system and respiratory system functioning in pupils of higher secondary school preconditioned by intensive educational process

Andrei G. Setko, Ekaterina V. Bulycheva, Olesya M. Zhdanova
Orenburg State Medical University (Orenburg, Russia)

Abstract

Objectives — to identify the specific features of central nervous and respiratory systems functioning in pupils of last grades in secondary school in conditions of high intensity of educational work.

Material and methods. The study assessed the intensity of the educational process in a multidisciplinary lyceum for more able learners and a secondary school for general education in accordance with the Federal Recommendations "Hygienic assessment of the intensity of

students' educational activities". In both educational institutions, the observation groups were formed from pupils of grades 9th and 10th. The first group consisted of 200 children from the lyceum specializing in education of gifted learners. The second group included 200 children from a traditional secondary education school. The functional state of central nervous system was evaluated by the method of variational chronoreflexometry. The state of respiratory system was assessed using the spirometry method.

Results. In conditions of pronounced tension of the educational process (class 3.1), in the pupils of a multidisciplinary lyceum the level of nervous reaction was stabilized, the ability of the central nervous system to form an intra- and intersystem adaptation was increased in comparison with the corresponding data of general secondary school pupils who were studying with the optimal educational workload (class 1). These results can testify the sufficient training status of nervous processes as a result of intense cognitive activity underlined by the harmonious development of systems that ensure functioning of the central nervous system in an operational mode.

Conclusion. The study results can be useful for educational institutions specializing in teaching students with increased educational abilities. We suppose that the introduction of techniques for the development of operational indicators of central nervous system into the educational process might ensure high intellectual achievements.

Keywords: educational process intensity, gifted children, central nervous system functional state, respiratory system functional state

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Setko AG, Bulycheva EV, Zhdanova OM. **Central nervous system and respiratory system functioning in pupils of higher secondary school preconditioned by intensive educational process.** *Science and Innovations in Medicine*. 2021;6(2):37-42.
doi: 10.35693/2500-1388-2021-6-2-37-42

Information about authors

Andrei G. Setko – PhD, Professor, Head of the Department of Children and adolescents hygiene with Food and labor hygiene.

ORCID: 0000-0002-6887-6776

E-mail: a_setko@mail.ru

Ekaterina V. Bulycheva – PhD, Associate professor,

Department of Preventative medicine.

ORCID: 0000-0002-2915-2046

E-mail: e-sosnina@mail.ru

Olesya M. Zhdanova – a postgraduate student of the Department of Children and adolescents hygiene with Food and labor hygiene.

ORCID: 0000-0003-4694-0674

E-mail: Robokors@yandex.ru

Corresponding Author

Olesya M. Zhdanova

Address: Orenburg State Medical University,

43 M. Gorkii st., Orenburg, Russia.

E-mail: Robokors@yandex.ru

Received: 30.11.2020

Revision Received: 01.02.2021

Accepted: 10.02.2021

ВВЕДЕНИЕ

Модернизация образовательных программ, инновационные технологии, гиперинформатизация учебной деятельности, использование электронно-образовательных ресурсов в процессе обучения приводят к интенсификации учебного труда в общеобразовательных организациях и в первую очередь в учреждениях, специализирующихся на обучении одаренных детей и подростков [1–6]. Учебная деятельность обучающихся инновационных учреждений организована по общеобразовательной программе с углубленным изучением профильных дисциплин, дополнительным посещением спецкурсов, факультативов, участием в интеллектуальных конкурсах и научно-практических конференциях. В условиях интенсификации интеллектуального труда повышенная нагрузка приходится на центральную нервную систему учащихся, которая нуждается в достаточном кислородном обеспечении [7–9].

Увеличение образовательной нагрузки и ее интенсивности создает предпосылки для развития функционального напряжения центральной нервной системы. В совокупности с изменениями функций систем, обеспечивающих деятельность центральной нервной системы, таких как дыхательная система, это может отражаться на формировании нейрофизиологических механизмов, обеспечивающих достаточный уровень когнитивной деятельности. Это влияет на успешность освоения учащимися с повышенными умственными способностями учебных программ и достижение ими высоких профессиональных успехов в будущем [1–5].

ЦЕЛЬ

Выявить особенности функционирования центральной нервной и дыхательной систем у старшеклассников, обучающихся в условиях высокой напряженности учебного труда.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На базе многопрофильного лицея для одаренных учащихся и средней общеобразовательной школы

проведена предварительная оценка напряженности учебного процесса по уровню сенсорных, эмоциональных, интеллектуальных нагрузок, режиму и монотонности учебного труда. Основой послужили опрос родителей и педагогов, а также данные хронометража учебного времени, полученные в соответствии с Федеральными рекомендациями «Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся» [10].

В обоих общеобразовательных учреждениях из учащихся 9–10 классов 15–16-летнего возраста, имеющих I–II группу здоровья и проживающих на территории Оренбургской области не менее 10 лет, были сформированы группы наблюдения. В исследование не были включены учащиеся с наличием острых и обострением хронических заболеваний на момент обследования, а также перенесшие в анамнезе последних двух недель до начала обследования острое заболевание.

Первую группу составили 200 одаренных учащихся многопрофильного лицея. Вторая группа (сравнения) была представлена 200 обучающимися традиционной школы. Исследование проводилось в периоды учебной деятельности с ноября по декабрь 2018–2019 г. в утренние часы с 9.00 до 12.00 в медицинских кабинетах общеобразовательных учреждений с соблюдением этических принципов, предъявляемых Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (Форталеа, 2013) и при наличии информированного согласия родителей и учащихся на участие в медицинском обследовании.

Функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) изучено с помощью вариационной хронорефлексографии по методике М.П. Мороз [11] с определением функционального уровня нервной системы (ФУС), устойчивости нервной реакции (УР), уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ), с последующей оценкой полученных результатов в соответствии с региональными центильными таблицами (2015). Оценка функционального состояния дыхательной системы выполнена с помощью спирографа СМП-21/01 «Р-Д» по следующим показателям: жизненная емкость легких

Показатели	Общеобразовательные учреждения	
	Лицей	Школа
Интеллектуальные нагрузки	3,1±0,26	1,6±0,22*
Сенсорные нагрузки	2,8±0,11	1,5±0,16*
Эмоциональные нагрузки	3,1±0,35	1,3±0,15*
Монотонность учебного процесса	2,3±0,24	1,4±0,15*
Режим работы на учебных занятиях	3,0±0,11	1,8±0,08*
Комплексная балльная оценка	2,9±0,14	1,5±0,09*

Примечание. * $p \leq 0,05$ при сравнении данных организации учебного процесса в лицее с данными организации учебного процесса в школе.
Note. * $p \leq 0,05$ when comparing data on the organization of the educational process in the lyceum and in a school.

Таблица 1. Показатели напряженности учебного процесса в исследуемых общеобразовательных организациях (баллы)
Table 1. Indicators of the intensity of educational process in the studied institutions of general education (points)

Показатели	Группы учащихся	
	1	2
Функциональный уровень нервной системы	2,3±0,02	2,3±0,03
Устойчивость нервной реакции	1,3±0,07	1,0±0,09*
Уровень функциональных возможностей	2,4±0,08	2,2±0,10

Примечание. * $p \leq 0,05$ при сравнении данных учащихся 1 группы с данными учащихся 2 группы.
Note. * $p \leq 0,05$ at comparison of the data of the 1st group and 2nd group of students.

Таблица 2. Показатели функционального состояния центральной нервной системы у исследуемых групп учащихся (ед.)
Table 2. Indicators of central nervous system state of the students groups under study (units)

(ЖЕЛ), форсированная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1), пиковая объемная скорость (ПОС), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25% (МОС25), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50% (МОС50), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75% (МОС75), средняя объемная скорость в момент выдоха 25–75% (СОС25–75).

Полученные результаты описательной статистики подчинялись закону нормального распределения и были представлены в виде средней арифметической,

Показатели	Группы учащихся	Степень соответствия функциональных показателей центральной нервной системы физиологической норме		
		Снижение	Соответствует	Опережает
Функциональный уровень нервной системы	1	58,6	41,4	-
	2	56,8	43,2	-
Устойчивость нервной реакции	1	27,0	56,8	16,2
	2	46,9	34,6	18,5
Уровень функциональных возможностей	1	31,5	55,0	13,5
	2	49,2	34,8	16,0

Таблица 3. Распределение учащихся в зависимости от соответствия показателей функционального состояния центральной нервной системы физиологической норме (%)
Table 3. Distribution of students depending on the correspondence of central nervous system functional state to physiological norm (%)

стандартного отклонения, среднеквадратической ошибки. Достоверность статистических различий в сравниваемых группах оценена с помощью t-критерия Стьюдента. При компьютерной обработке использован пакет прикладных программ Microsoft Office и Statistica 13,0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что в многопрофильном лицее учебная деятельность соответствовала напряженному уровню 1-й степени (класс 3.1) за счет выраженной степени напряженности интеллектуальных (3,1±0,26 балла), сенсорных (2,8±0,11 балла), эмоциональных (3,1±0,35 балла) нагрузок и режима работы на занятиях (3,0±0,11). При этом допустимого уровня напряженности достигала лишь монотонность учебного труда (2,3±0,24 балла), тогда как в школе напряженность учебного процесса была оптимальной (класс 1.0), в том числе по уровню сенсорных (1,5±0,16 балла), эмоциональных (1,3±0,15 балла) нагрузок и монотонности учебной деятельности (1,4±0,15 балла), по интеллектуальным нагрузкам (1,6±0,22 балла) и режиму работы (1,8±0,08) не превышала допустимого уровня (таблица 1).

В лицее напряженность учебного процесса была выше, чем в средней школе, по эмоциональным нагрузкам в 2,4 раза, по интеллектуальным и сенсорным

Степень соответствия функциональных показателей центральной нервной системы физиологической норме			Группы учащихся			
Функциональный уровень нервной системы	Устойчивость нервной реакции	Уровень функциональных возможностей	1	Ранг	2	Ранг
Снижение	Снижение	Снижение	22,8	2	38,0	1
Снижение	Соответствует	Соответствует	31,6	1	22,5	2
Снижение	Опережает	Опережает	6,3	5	-	-
Снижение	Соответствует	Снижение	2,5	7	-	-
Снижение	Опережает	Соответствует	1,3	8	-	-
Соответствует	Соответствует	Соответствует	20,3	3	18,3	3
Соответствует	Опережает	Опережает	7,6	4	14,1	4
Соответствует	Снижение	Снижение	3,7	6	1,4	6
Соответствует	Опережает	Соответствует	1,3	9	1,4	7
Соответствует	Соответствует	Опережает	1,3	10	-	-
Соответствует	Опережает	Снижение	1,3	11	-	-
Соответствует	Соответствует	Снижение	-	-	4,2	5

Таблица 4. Распределение учащихся в зависимости от уровня функционального состояния центральной нервной системы (%)
Table 4. Distribution of students depending on central nervous system functional state

Показатели	Группы учащихся	
	1	2
Жизненная емкость легких	3,6±0,36	3,2±0,13*
Форсированная жизненная емкость легких	3,0±0,12	2,8±0,12*
Пиковая объемная скорость	4,0±0,19	3,2±0,16*
Объем форсированного выдоха за первую секунду	2,3±0,11	2,2±0,11
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25%	3,5±0,15	2,7±0,15*
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50%	3,2±0,18	2,6±0,14*
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75%	2,2±0,11	1,9±0,11*
Средняя объемная скорость в момент выдоха 25–75%	2,9±0,14	2,5±0,13*

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

Note. * $p \leq 0,05$ at comparison of the data of the 1st and 2nd groups of students.

Таблица 5. Показатели функционального состояния дыхательной системы у исследуемых групп учащихся (л/с)

Table 5. Indicators of respiratory system functional state of the students groups under study (l/s)

нагрузкам в 1,9 раза, по режиму работы в 1,7 раза, по монотонности нагрузок в 1,6 раза.

Высокие эмоциональные, сенсорные, интеллектуальные нагрузки при интенсивном режиме работы способствовали развитию оперативных показателей центральной нервной системы у одаренных учащихся. Об этом свидетельствовали данные увеличения у учащихся первой группы относительно данных второй группы устойчивости нервной реакции с $1,0 \pm 0,09$ ед. до $1,3 \pm 0,07$ ед. ($p \leq 0,05$) и уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы с $2,2 \pm 0,10$ ед. до $2,4 \pm 0,08$ ед. ($p \geq 0,05$) (таблица 2).

В связи с этим обследуемых первой группы со сниженными показателями УР и УФВ было в 1,7 раза и в

1,6 раза меньше, чем подростков второй группы. При этом у каждого второго одаренного подростка устойчивость нервной реакции (56,8%) и уровень функциональных возможностей (55,0%) соответствовали физиологической норме, тогда как среди учащихся традиционной школы соответствие возрастной норме по оперативным показателям ЦНС имело около 34% обследуемых (таблица 3).

Вместе с тем значение функционального уровня нервной системы, устойчивое к вариациям функционального состояния по сравнению с оперативными параметрами ЦНС, у учащихся первой и второй группы составляло $2,3 \pm 0,02$ ед. и $2,3 \pm 0,03$ ед. соответственно и было снижено относительно физиологической нормы у 58,6% одаренных подростков и 56,8% школьников. Вероятно, это связано с тем, что для современных учащихся всех типов образовательных учреждений характерна нерациональная организация режима дня — недостаточная продолжительность двигательной активности, сна, пребывания на открытом воздухе, не позволяющая эффективно снижать возникшее в процессе учебной деятельности функциональное напряжение центральной нервной системы, выражающееся в развитии утомления [5, 6, 12, 13].

Согласно научным данным, различное сочетание отдельных функциональных показателей ЦНС — ФУС, УР и УФВ определяет в целом уровень умственной работоспособности [14–15]. Показано, что при распределении учащихся в зависимости от уровня функционального состояния ЦНС у одаренных подростков первое ранговое место принадлежало состоянию, которое характеризовалось снижением ФУС при соответствующих физиологической норме значениях УР и УФВ — 31,6%, второе место — функциональному состоянию, при котором определено снижение относительно физиологической нормы всех функциональных характеристик ЦНС — 22,8%. У учащихся группы сравнения в структуре функциональных состояний на первом месте, напротив, определено функциональное состояние, характеризующееся снижением относительно физиологической нормы ФУС, УР и УФВ; на втором месте — функциональное состояние, при котором был снижен ФУС, а показатели УР и УФВ соответствовали физиологической норме — 22,5%. При этом третье место как у учащихся первой (20,3%), так и второй группы (18,3%) занимало функциональное состояние, при котором физиологической норме соответствовали все функциональные характеристики ЦНС — ФУС, УР и УФВ (таблица 4).

На фоне высокого уровня функционирования ЦНС, вероятно, возросла потребность головного мозга в кислородном обеспечении, что явилось триггером к развитию дыхательной системы у одаренных подростков (таблица 5). Так, у учащихся первой группы относительно группы сравнения определено увеличение показателей, характеризующих развитие бронхов крупного калибра — ПОС на 20%, МОС25 на 22,8%, бронхов

Показатели	Группы учащихся	Степень соответствия функциональных показателей дыхательной системы физиологической норме		
		Норма	Снижение	Существенное снижение
Жизненная емкость легких	1	77,2	17,7	5,1
	2	66,2	25,4	8,5
Форсированная жизненная емкость легких	1	68,4	17,7	13,9
	2	52,1	29,6	18,3
Пиковая объемная скорость	1	49,4	41,8	8,9
	2	19,7	57,7	22,5
Объем форсированного выдоха за первую секунду	1	44,3	40,5	15,2
	2	29,6	31,0	39,4
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25%	1	46,8	40,5	12,7
	2	21,1	49,3	29,6
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50%	1	68,4	29,1	2,5
	2	53,5	40,8	5,6
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75%	1	92,4	7,6	-
	2	87,3	11,3	1,4
Средняя объемная скорость в момент выдоха 25–75%	1	93,7	5,1	1,3
	2	80,3	19,7	0,0

Таблица 6. Распределение учащихся в зависимости от соответствия показателей функционального состояния дыхательной системы физиологической норме (%)

Table 6. Distribution of students depending on the correspondence of respiratory system functional state to physiological norm (%)

Показатели	Группы учащихся	Уровень умственной работоспособности		
		Нормальная	Незначительно сниженная	Существенно сниженная
Жизненная емкость легких	1	3,2±0,23	4,7±0,95	3,1±0,05
	2	2,9±0,33	3,1±0,27*	3,2±0,21
Форсированная жизненная емкость легких	1	3,1±0,28	3,2±0,64	3,1±0,06
	2	2,7±0,30	2,7±0,30	2,9±0,19
Пиковая объемная скорость	1	4,5±0,52	4,1±0,84	3,6±0,08
	2	2,7±0,46*	3,3±0,36*	3,1±0,24*
Объем форсированного выдоха за первую секунду	1	2,5±0,27	2,5±0,50	2,2±0,06
	2	2,1±0,26*	2,3±0,27	2,1±0,14
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25%	1	3,9±0,49	3,7±0,75	3,2±0,07
	2	2,2±0,39*	3,0±0,33	2,7±0,23*
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50%	1	3,4±0,36	3,4±0,70	2,9±0,08
	2	2,3±0,35*	2,7±0,33	2,5±0,21*
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75%	1	2,1±0,20	2,4±0,50	2,1±0,06
	2	1,7±0,22*	2,0±0,26	1,7±0,16*
Средняя объемная скорость в момент выдоха 25–75%	1	3,1±0,28	3,1±0,62	2,7±0,07
	2	2,2±0,30*	2,6±0,31	2,3±0,20*

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

Note. * $p \leq 0,05$ at comparison of the data between the 1st group and the 2nd group of students.

Таблица 7. Показатели функционального состояния дыхательной системы у исследуемых групп учащихся с различным уровнем умственной работоспособности (л/с)

Table 7. Indicators of respiratory system functional state in study groups in students with different level of mental capacity (l/s)

среднего и мелкого калибра – МОС50 на 18,7%, МОС75 на 13,6%, СОС25–75 на 13,8%.

При этом удельный вес числа одаренных подростков с соответствующими физиологической норме показателями ПОС был больше в 2,5 раза, МОС25 в 2,2 раза, ОФВ1 в 1,5 раза, ФЖЕЛ в 1,3 раза, ЖЕЛ в 1,2 раза,

чем учащихся традиционной школы (таблица 6).

В подтверждение гипотезы о триггерном механизме развития дыхательной системы в результате повышения уровня функционирования центральной нервной системы за счет напряженной когнитивной деятельности проведен сравнительный анализ функциональных показателей дыхательной системы у обследуемых с различным уровнем функционального состояния ЦНС (таблицы 7, 8).

Показано достоверное увеличение до 1,7 раза МОС25, до 1,6 раза ПОС, до 1,5 раза ЖЕЛ, до 1,4 раза СОС25–75, до 1,2 раза ОФВ1 и МОС75 у одаренных учащихся с нормальной и незначительно сниженной умственной работоспособностью относительно школьников с данным уровнем работоспособности (таблица 7).

В то же время среди обследуемых с существенно сниженной умственной работоспособностью у каждого второго одаренного подростка (50,0%) и школьника (70,4%) отмечено отставание темпов физиологического развития бронхов крупного калибра, у каждого третьего (38,9% среди одаренных учащихся; 48,1% среди школьников) – бронхов среднего калибра. В этой связи, вероятно, у четверти одаренных учащихся (22,2%) и школьников (29,6%) определено существенное снижение функциональных возможностей дыхательной системы, что, по всей видимости, могло стать физиологической основой для снижения умственной работоспособности у обследуемых (таблица 8).

Показатели	Группы учащихся	Степень соответствия функциональных показателей дыхательной системы физиологической норме								
		Норма			Снижение			Существенное снижение		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Жизненная емкость легких	1	68,8	92,0	83,3	31,3	4,0	16,7	-	4,0	-
	2	46,2	68,8	70,4	38,5	18,8	22,2	15,4	12,5	7,4
Форсированная жизненная емкость легких	1	68,8	76,0	72,2	18,8	16,0	27,8	12,5	8,0	-
	2	53,8	43,8	59,3	30,8	18,8	25,9	15,4	37,5	14,8
Пиковая объемная скорость	1	62,5	52,0	38,9	31,3	40,0	50,0	6,3	8,0	11,1
	2	15,4	31,3	14,8	38,5	50,0	70,4	46,2	18,8	14,8
Объем форсированного выдоха за первую секунду	1	56,3	56,0	38,9	18,8	24,0	38,9	25,0	20,0	22,2
	2	23,1	43,8	25,9	30,8	12,5	44,4	46,2	43,8	29,6
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25%	1	56,3	52,0	33,3	31,3	32,0	50,0	12,5	16,0	16,7
	2	7,7	37,5	14,8	38,5	43,8	63,0	53,8	18,8	22,2
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50%	1	81,3	80,0	55,6	18,8	20,0	38,9	-	-	5,6
	2	46,2	56,3	48,1	38,5	37,5	48,1	15,4	6,3	3,7
Мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75%	1	87,5	96,0	88,9	12,5	4,0	11,1	-	-	-
	2	84,6	81,3	88,9	15,4	12,5	11,1	-	6,3	-
Средняя объемная скорость в момент выдоха 25–75%	1	93,8	96,0	88,9	6,3	4,0	11,1	-	-	-
	2	69,2	81,3	88,9	23,1	18,8	11,1	7,7	-	-

Примечание. I подгруппа – учащиеся с нормальным уровнем работоспособности; II подгруппа – учащиеся с незначительно сниженной работоспособностью; III подгруппа – учащиеся с существенно сниженной работоспособностью.

Note. The 1st subgroup – students with normal mental capacity level; the 2nd subgroup – students with insignificantly reduced working capacity; the 3rd subgroup – students with significantly reduced working capacity.

Таблица 8. Распределение учащихся в зависимости от соответствия показателей функционального состояния дыхательной системы физиологической норме (%)

Table 8. Distribution of students depending on the correspondence of respiratory system functional state to the physiological norm (%)

ВЫВОДЫ

1. Учебная нагрузка в многопрофильном лицее ($2,9 \pm 0,14$ балла) соответствовала напряженному уровню 1-й степени и была в 1,9 раза выше, чем в средней общеобразовательной школе, где напряженность учебного процесса являлась оптимальной ($1,5 \pm 0,09$ балла).

2. Высокий уровень напряженности учебной деятельности обеспечивал развитие у одаренных подростков оперативных показателей центральной нервной системы. Об этом свидетельствовало увеличение до 1,3 раза устойчивости нервной реакции и уровня функциональных возможностей сформированной нервной системы у учащихся первой группы относительно данных второй группы.

3. Уровень функционального развития дыхательной системы у одаренных учащихся опережал физиологические темпы формирования респираторной системы школьников. Об этом свидетельствовали данные достоверного увеличения функциональных показателей дыхательной системы у одаренных подростков в сравнении со школьниками. Вероятно, это явилось физиологической основой для высокого уровня функционирования центральной нервной системы у одаренных учащихся. ■

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Kuchma VR, Fisenko AP. The main activities of the decade of childhood (2018–2027) in the field of strengthening the health of children in Russia. *Modern model of medical support for children in educational organizations*. Ekaterinburg, 2018;6:238. (In Russ.). [Кучма В.Р., Фисенко А.П. Основные мероприятия десятилетия детства (2018–2027 гг.) в сфере укрепления здоровья детей России. *Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях*. Екатеринбург, 2018;6:238].
2. Kuzmin YaI, Frumin ID. Russian education: achievements, challenges, prospects. М., 2019;432. (In Russ.). [Кузьмин Я.И., Фрумин И.Д. Российское образование: достижения, вызовы, перспективы. М., 2019;432].
3. Setko IM, Setko NP. Modern problems of health status of schoolchildren in conditions of integrated influence of factors of environment. *Orenburg medical bulletin*. 2018;(2):4–14. (In Russ.). [Сетко И.М., Сетко Н.П. Современные проблемы состояния здоровья школьников в условиях комплексного влияния факторов среды обитания. *Оренбургский медицинский вестник*. 2018;(2): 4–14].
4. Setko NP, Bulycheva EV, Valova AY. Modern approaches to the modeling of the psychoemotional state of students with the help of modern digital technologies. *Orenburg medical bulletin*. 2018;(2):47–52. (In Russ.). [Сетко Н.П., Булычева Е.В., Валова А.Я. Современные подходы к оценке напряженности учебного процесса в образовательных учреждениях различного типа. *Оренбургский медицинский вестник*. 2018;(2):47–52].
5. Paranychina TM, Makarova LV, Lukjanec GN, et al. 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 Russ.). [Параничева Т.М., Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н. и др. Учебная, внеучебная и общая нагрузка, режим дня старшеклассников при интеллектуальных нагрузках повышенной интенсивности. *Новые исследования*. 2016;(4):71–84].
6. Valeeva ER, Zijatdinova AI. The incidence of students who studies at the lyceum and specialized educational institutions. *Fundamental research*. 2014;(10):1052–1055. (In Russ.). [Валеева Э.Р., Зиятдинова А.И. Оценка факторов риска, влияющих на здоровье учащихся различных типов общеобразовательных учреждений. *Фундаментальные исследования*. 2014;(10):1052–1055].
7. Plamena RA, Kasymov V, Christie I, et al. Functional Oxygen Sensitivity of Astrocytes. *J Neurosci*. 2015;35(29):10460–10473. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0045-15.2015
8. Howarth C, Gleeson P, Attwell D. Updated energy budgets for neural computation in the neocortex and cerebellum. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2012;32(7):1222–32.
9. Leithner C, Royl G. The oxygen paradox of neurovascular coupling. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2014; 34(1):19–29.
10. Kuchma VR, Tkachuk EA, Efimova NV, Mylnikova IV. Federal recommendations "Hygienic assessment of the intensity of educational activities of students". Approved by the Profile Commission of the Ministry of Health of Russia on school medicine, hygiene of children and adolescents on February 14, 2015 Protocol No. 4. (In Russ.). [Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В., Мыльникова И.В. 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].
11. Moroz M.P. Express diagnostics of the functional state and human performance: a methodological guide. М., 2003;25. (In Russ.). [Мороз М.П. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека: методическое руководство. М., 2003;25].
12. Kuchma VR. Challenges of the XXI century: hygienic safety of the children in a changing environment (part I). *Problems of school and university medicine and health*. 2016;3:4–22. (In Russ.). [Кучма В.Р. Вызовы XXI века: гигиеническая безопасность детей в изменяющейся среде (часть I). *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2016;3:4–22].
13. Jirout J, Lo Casale-Crouch J, Turnbull K, et al. How Lifestyle Factors Affect Cognitive and Executive Function and the Ability to Learn in Children. *Nutrients*. 2019;11(8):1953.
14. Bajguzhin P.A. Optimization of evaluation of sensorimotor reaction indicators — predictors of the functional state of the central nervous system. *Modern Problems of Science and Education*. 2011;(6). Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=5204> Accessed: 08.09.2020. (In Russ.). [Байгузин П.А. Оптимизация оценки показателей сенсомоторной реакции — предикторов функционального состояния центральной нервной системы. *Современные проблемы науки и образования*. 2011;(6)].
15. Bajguzhin PA, Kirsanov VM, Shibkova DZ. Characteristics of the functional state of the nervous system of students depending on the level of regulation of educational and professional activities. *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*. 2017;7(3):223–240. (In Russ.). [Байгузин П.А., Кирсанов В.М., Шибкова Д.З. Характеристики функционального состояния нервной системы студентов в зависимости от уровня регламентированности учебно-профессиональной деятельности. *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*. 2017;7(3):223–240].