

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Штина И.Е., Валина С.Л., Устинова О.Ю., Эйфельд Д.А., Зенина М.Т.

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО И ТИРЕОИДНОГО СТАТУСА У ШКОЛЬНИКОВ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ НАПРЯЖЁННОСТИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

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

Введение. Высокие нагрузки, интенсификация обучения, характеризующие современный образовательный процесс, способствуют негативной динамике показателей здоровья современных школьников.**Материал и методы.** Объекты исследования – школы с различной напряжённостью учебного процесса, учащиеся школ. Гигиеническая оценка образовательного процесса проведена с учётом требований СанПиН 2.4.2.2821–10. Выполнен анализ данных анкетирования, лабораторных исследований, электрокардиографии, кардиоинтервалографии и ультразвукового сканирования щитовидной железы.**Результаты.** При сопоставительной гигиенической оценке режимов образовательного процесса, в школе с углублённым изучением предметов физико-математического цикла установлено сокращение продолжительности малых перемен, превышение объёма дневной и недельной учебной нагрузки до 20,0%. Для учащихся профильных школ характерны большие затраты времени на выполнение домашних заданий, менее продолжительный сон, высокая вовлечённость в дополнительный образовательный процесс. У учеников физико-математической школы в 1,7 раза чаще встречались аритмии с увеличением относительного риска до 4,6 раза. У 50% школьников, обучающихся по углублённой программе, установлена повышенная активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. Нарушения объёма и структуры щитовидной железы встречались до 2,6 раза чаще, повышен в 5,7 раза относительный риск активации синтеза антител к тиреоглобулину и тиреопероксидазе. Установлены связи между уровнем кортизола в крови и частотой регистрации аритмий, степенью активации антителообразования, параметрами щитовидной железы.**Обсуждение.** Полученные данные согласуются с результатами отечественных исследований и могут послужить основанием для расширения перечня исследований при проведении профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних.**Выводы.** В учебных учреждениях с углублённым изучением предметов физико-математического цикла образовательный процесс является более напряжённым, что приводит к активации симпатического отдела вегетативной нервной системы, увеличению риска развития вегетативных дисфункций, аритмий и нарушений тиреоидного статуса.

Ключевые слова: учебный процесс; напряжённость; вегетативная нервная система; нарушения сердечного ритма; щитовидная железа; кортизол; относительный риск.

Для цитирования: Штина И.Е., Валина С.Л., Устинова О.Ю., Эйфельд Д.А., Зенина М.Т. Особенности вегетативного и тиреоидного статуса у школьников при различной напряжённости учебного процесса. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(2): 183-188. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-2-183-188>**Для корреспонденции:** Штина Ирина Евгеньевна, канд. мед. наук, зав. лаб. комплексных проблем здоровья детей с клинической группой медико-профилактических технологий управления рисками ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: shtina_irina@fcrisk.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 03.10.2018

Принята к печати 06.02.2019

Shtina I.E., Valina S.L., Ustinova O.Yu., Eisfeld D.A., Zenina M.T.

PECULIARITIES OF AUTONOMOUS AND THYROIDAL STATE IN SCHOOL CHILDREN UNDER DIFFERENT INTENSITY OF EDUCATIONAL PROCESS

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

Introduction. High loads, intensification of education, characterize the modern educational process and contribute to the negative dynamics of the health indices of modern schoolchildren.**The aim of the study** is to investigate the features of the autonomous and thyroid status of schoolchildren exposed to the different intensity of the educational process.**Material and methods.** The objects of the study were schoolchildren with the different intensity of the educational process, students of schools. Hygienic evaluation of the educational process was carried out taking into account the requirements of Sanitary Regulations and Norms 2.4.2.2821-10. The data analysis of the survey, laboratory studies, electrocardiography, cardiointervalography and ultrasound scanning of the thyroid gland was performed.**Results.** The reduction of the duration of small changes, the excess of the volume of daily and weekly academic load up to 20.0% with a comparative hygienic assessment of the educational process regimes, in schools with an in-depth study of the subjects of the physical and mathematical cycle. Characterized by a large expenditure of time on homework, shorter sleep, high involvement in the additional educational process for students of specialized schools. Arrhythmias were by 1.7 times more common in students of the physical and mathematical school. Relative risk increased by 4.6 times. The activity of the sympathetic part of the autonomic nervous system was found to be elevated in 50% of schoolchildren enrolled in an in-depth program. Violations of the volume and structure of the thyroid gland occurred up to 2.6 times more often. The relative risk of activating the synthesis of antibodies to thyroglobulin and thyroperoxidase was higher by 5.7 times. Relationships are established between the blood level of cortisol and the frequency of registration of arrhythmias, the degree of activation of antibody production, the parameters of the thyroid gland.

Discussion. *The obtained data are consistent with the results of domestic studies and can serve as the basis for expanding the list of studies during preventive medical examinations of minors.*

Conclusion. *In educational institutions with in-depth study of the subjects of the physical and mathematical cycle, the educational process is more intensive, which leads to the activation of the sympathetic part of the autonomic nervous system, an increase in the risk of developing autonomic dysfunctions, arrhythmias, and thyroid status disorders.*

Key words: *educational process; intensity; vegetative nervous system; heart rhythm disorders; thyroid gland; hydrocortisone; relative risk*

For citation: Shtina I.E., Valina S.L., Ustinova O.Yu., Eisfeld D.A., Zenina M.T. Peculiarities of autonomous and thyroidal state in school children under different intensity of educational process. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(2): 183-188. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-2-183-188>

For correspondence: Irina E. Shtina, MD, Ph.D., head of the Laboratory of complex problems of children's health with a clinical group of medical and preventive technologies of risk management of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: shtina_irina@fcrisk.ru

Information about the author:

Shtina I.E. <http://orcid.org/0000-0002-5017-8232>; Zenina M.T. <https://orcid.org/0000-0001-6623-3075>

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

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received: October 3, 2018

Accepted: February 6, 2019

Введение

В последние годы, несмотря на некоторую стабилизацию демографических показателей, выявляется отчётливая тенденция ухудшения здоровья детей и подростков, обучающихся в образовательных учреждениях. В комплексе факторов, способствующих негативной динамике показателей здоровья современных школьников, важное значение имеет несоблюдение гигиенических требований к условиям обучения в школе, среди которых можно назвать переуплотнённость классных помещений, увеличение «рабочего дня» школьника до 10–16 ч/сут за счёт сокращения ночного сна и двигательной активности детей. Данные литературы свидетельствуют, что вклад факторов внутришкольной среды в формирование здоровья обучающихся превышает 20% [1–9]. Современный учебный процесс характеризуется высоким объёмом нагрузок, интенсификацией обучения и дефицитом времени для усвоения информации, что в совокупности оказывает негативное воздействие на развивающийся организм. В настоящее время до 80% учеников общеобразовательных учреждений подвергаются хроническому учебному стрессу. Согласно проведённым исследованиям, к моменту окончания учебного года в «инновационных» школах число учащихся с гипертоническими реакциями увеличивается в 2 раза, повышенная невротизация встречается у 80%, а значительное снижение функциональных резервов организма регистрируется к концу школьной недели у каждого третьего гимназиста/лицеиста [1, 4, 6–12]. В условиях хронического школьнообусловленного стресса у детей формируется стойкое напряжение механизмов адаптации и поддержания гомеостаза, реализуемое, в первую очередь, за счёт повышения активности эндокринной и вегетативной нервной системы [1, 13–18]. В обеспечении адаптации организма в ответ на воздействие экстремальных факторов среды обитания, воздействующих на организм детей и подростков, ведущая роль принадлежит симпатoadrenalовой, гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной системе, симпатическому и парасимпатическому отделам вегетативной нервной системы и коре надпочечников. В механизмах регуляции гомеостаза организма и обеспечения адаптации в ответ на стрессорные воздействия, изменения гормональной секреции и активности вегетативной нервной системы представляют собой каскад тесно взаимосвязанных реакций с включением резервных возможностей организма при дисфункции в любом звене [19–23]. Взаимодействие эндокринной и вегетативной

нервной системы осуществляется под влиянием ЦНС на уровне гипофиза и гипоталамуса. Разбалансированность нейрогуморальной регуляции является одной из ведущих причин формирования дезадаптации и развития соматической патологии [19, 23–27]. В связи с этим вопросы ранней диагностики таких нарушений чрезвычайно важны для разработки и научного обоснования технологий профилактики школьнообусловленной патологии [4, 13, 20, 28, 29].

Цель исследования – изучить особенности вегетативного и тиреоидного статусов у школьников при различной напряжённости учебного процесса.

Материал и методы

Объектами исследования являлись «Средняя общеобразовательная школа с углублённым изучением предметов физико-математического цикла» (СОШ ФМЦ) и 83 учащихся СОШ ФМЦ (группа наблюдения). Группу сравнения составили «Средняя общеобразовательная школа» и 93 учащихся СОШ. Все дети проживали в условиях равной йодной обеспеченности. Группы обследованных детей сопоставимы по поло-возрастному и социально-экономическим условиям жизни ($p > 0,05$).

Выполнена гигиеническая оценка режимов образовательного процесса в СОШ ФМЦ и СОШ с точки зрения соответствия напряжённости учебной деятельности, наполняемости классов и расписания уроков одной типовой рабочей недели требованиям СанПиН 2.4.2.2821–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях». Анализ данных социологического исследования по разработанной анкете позволил оценить отношение родителей к организации образовательного процесса в учебном заведении, режиму дня, объёму школьной и внешкольной нагрузки. Материалы, полученные путём анкетирования, оценивались по фактору «Время», «Сложность» и «Дополнительная нагрузка».

В ходе исследования проведён сравнительный анализ результатов лабораторных и функциональных исследований, таких как электрокардиография (аппарат Schiller AT-2 plus) и кардиоинтервалография с выполнением клино-орто-статической пробы с оценкой ритма, исходного вегетативного тонуса (ИВТ), вегетативной реактивности (ВР) и класса ритмограммы (кардиоинтервалограф «Поли-Спектр-8/ЕХ» ООО «Нейрософт», Россия). Ультразвуковое сканирование щитовидной железы (положение,

размеры, объём, визуальная оценка внешних контуров железы, экзогенности ткани и её экоструктуры) выполнено по стандартной методике на аппарате экспертного класса Vivid q (GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия) с использованием линейного матричного датчика (4,0–13,0 МГц). В качестве показателя эндокринной регуляции определяли концентрацию кортизола в крови. Состояние тиреоидного статуса оценивали по содержанию тиреотропного гормона и T4 свободного, по уровню антител к тиреопероксидазе и тиреоглобулину. Исследования выполнялись унифицированными методами по стандартным методикам в аккредитованных лабораториях ФБУН «Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» на сертифицированном оборудовании [30].

Клинико-лабораторное обследование проводилось с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1983 г.), Национального стандарта РФ ГОСТ-Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP), и требований Этического комитета ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». У всех законных представителей обследованных детей было получено предварительное письменное информированное согласие на добровольное участие в обследовании.

Математическую обработку результатов осуществляли с помощью методов статистики и моделирования. Моделирование зависимости «концентрация кортизола в крови – частота регистрации изменений лабораторных, инструментальных и функциональных методов исследования» выполнялось методом корреляционно-регрессионного анализа с проверкой статистических гипотез относительно параметров модели. Для оценки достоверности различий полученных данных использовался критерий Фишера. Различия полученных результатов являлись статистически значимыми при $p \leq 0,05$ [31, 32].

Результаты

При сопоставлении организации образовательного процесса в СОШ ФМЦ с требованиями действующего СанПиН 2.4.2.2821–10 был выявлен дефицит площади образовательной организации на одного учащегося (1,7 м², при нормативе – не менее 2,5 м²). Анализ расписания типовой рабочей недели показал, что продолжительность малых перемен во вторую смену (5 мин) была меньше рекомендуемого времени (не менее 10 мин), отсутствовал регламентированный перерыв между сменами и факультативными занятиями. Кроме того, в СОШ ФМЦ выявлено превышение объёма дневной и недельной учебной нагрузки до 20,0% относительно СанПиН 2.4.2.2821–10, в то время как в СОШ образовательный процесс организован в соответствии с требованиями нормативных документов.

Результаты проведённого анкетирования показали, что для учащихся СОШ ФМЦ характерны большие затраты времени на выполнение домашних заданий ($3,8 \pm 0,3$ ч и $2,7 \pm 0,5$ ч, соответственно, $p < 0,001$), менее продолжительный сон ($8,4 \pm 0,2$ ч и $8,8 \pm 0,1$ ч, соответственно, $p < 0,001$), более высокий уровень вовлечённости в дополнительный образовательный процесс (26,5 против 14,9%, $p = 0,05$). Таким образом, по совокупности полученных данных общий образовательный процесс для учащихся СОШ ФМЦ являлся более напряжённым, чем в СОШ.

Анализ результатов электрокардиографии показал, что среди школьников, обучающихся по углублённой программе, у 45% наблюдались нарушения ритма, что в 1,7 раза чаще, чем у их сверстников из средней общеоб-

разовательной школы (26,0%, $OR = 2,33$; $DI = 1,28–4,22$; $p = 0,008$). У 10,0% детей группы наблюдения регистрировались случаи устойчивой синусовой тахикардии, что в 5 раз чаще, чем в группе сравнения (2,0%, $OR = 4,6$; $DI = 1,1–18,7$; $p = 0,04$); в 2,0 раза чаще идентифицировались случаи синусовой брадикардии (15,0% против 8,0%, $p = 0,1$), при этом синусовая аритмия, являющаяся физиологической нормой, встречалась с близкой частотой (17,0 и 16,0%, $p = 0,9$).

По результатам исследования исходного вегетативного тонуса выявлено, что у учащихся СОШ ФМЦ эйтония отмечалась в 1,3 раза реже, чем у учеников СОШ (56,0 и 72,0%, соответственно, $OR = 2,02$; $DI = 1,12–3,60$; $p = 0,03$). В то же время симпатико- и ваготония у детей группы наблюдения регистрировали в 1,4 раза чаще чем в группе сравнения (20,0% против 14,0%, $p = 0,2$). Только среди учащихся математической школы были зарегистрированы случаи гиперсимпатикотонии (4,0%).

При анализе структуры ритмограммы варибельности ритма первый класс ритмограммы, указывающий на преобладание активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, у детей группы наблюдения регистрировался в 1,3 раза реже относительно группы сравнения (50,0 против 67,0%; $OR = 2,0$; $DI = 1,14–3,56$; $p = 0,02$). Второй класс ритмограммы с преобладанием волн медленного периода (LF-компонента), обусловленного превалярованием влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы на модуляцию сердечного ритма и отражающий напряжение систем адаптации, встречался у каждого пятого ребенка группы наблюдения – 19,0% против 13,0% в группе сравнения ($p = 0,4$). У каждого третьего учащегося СОШ ФМЦ (31,0%) регистрировался третий класс ритмограммы, подтверждающий преобладание активности симпатической вегетативной нервной системы, при котором состояние нейрогуморальной регуляции характеризуется низким уровнем вагальных, симпатических и церебральных эрготропных влияний на модуляцию сердечного ритма. Среди учеников СОШ данный класс встречался в 1,5 раза реже (20,0%, $p = 0,2$).

Оценка вегетативной реактивности по результатам проведённой ортостатической пробы показала, что в сравниваемых группах доминировал нормальный тип ответной реакции (48,0 и 50,0%, $p = 0,8$). С приблизительно равной частотой встречался гиперсимпатикотонический тип вегетативной реактивности, свидетельствующий о напряжённой адаптации (44,0 и 46,0%, $p = 0,8$). В то же время асимпатикотонический тип вегетативной реактивности, характеризующий неудовлетворительную адаптацию, встречался в два раза чаще у детей, обучающихся в школе с углублённым изучением предметов математического профиля (8,0 против 4,0%, $p = 0,4$).

При ультразвуковом сканировании щитовидной железы установлено, что в группе наблюдения ультразвуковая норма щитовидной железы идентифицировалась в 1,7 реже ($p < 0,05$), чем в группе сравнения (27,5 и 46%, $OR = 2,2$; $DI = 1,2–3,9$; $p = 0,01$), а увеличение объёма железы – в 1,8 раза чаще ($p < 0,05$), (27,5 против 15%; $OR = 2,1$; $DI = 1,0–4,2$; $p = 0,04$). Кроме этого изменения структуры щитовидной железы диффузного и очагового характера в группе наблюдения выявлялись в 2,6 раза чаще ($p < 0,05$), чем в группе сравнения (21,0 и 8%; $OR = 3,0$; $DI = 1,2–6,8$; $p = 0,02$) (табл. 1).

Сопоставительный анализ содержания кортизола в крови показал, что при соответствии среднегрупповых показателей обеих групп физиологической норме в группе наблюдения уровень кортизола достоверно превышал

Таблица 1

Данные ультразвукового исследования щитовидной железы у учащихся сравниваемых образовательных организаций, %

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Ультразвуковая норма, %	27,5	46	0,01
Увеличение объёма щитовидной железы, %	27,5	15,0	0,04
Диффузные и очаговые изменения структуры щитовидной железы	21,0	8,0	0,02

Примечание. Здесь и в табл. 2: *p* – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения.

Таблица 2

Показатели лабораторного исследования у учащихся сравниваемых образовательных организаций, *M* ± *m*

Показатель	Физиологические значения	Группа наблюдения	Группа сравнения	<i>p</i>
Кортизол, нмоль/см ³	140,0–600,0	303,8 ± 112,8	271,0 ± 85,6	0,01
ТТГ, мкМЕ/см ³	0,3–4,0	1,9 ± 0,8	2,0 ± 0,7	0,6
Т4 свободный, пмоль/дм ³	10,0–25,0	13,5 ± 1,6	14,3 ± 1,5	0,001
Антитела к ТПО, МЕ/см ³	0,0–30,0	9,6 ± 29,3	2,7 ± 4,9	0,03
Антитела к ТГ, МЕ/см ³	0,0–100,0	14,4 ± 36,2	9,4 ± 12,2	0,2

показатели группы сравнения ($303,8 \pm 112,8$ нмоль/см³ и $271,0 \pm 85,6$ нмоль/см³, соответственно, $p = 0,01$) (табл. 2).

При анализе тиреоидного статуса было установлено, что содержание тиреотропного гормона в крови учащихся исследуемых школ было в пределах физиологического уровня и не имело достоверных различий ($1,9 \pm 0,8$ мкМЕ/см³ и $2,0 \pm 0,7$ мкМЕ/см³), однако средняя концентрация Т4 свободного в крови детей группы наблюдения была достоверно ниже показателя группы сравнения ($13,5 \pm 1,6$ пмоль/дм³ и $14,3 \pm 1,5$ пмоль/дм³, соответственно, $p = 0,001$). Следует отметить, что среди учащихся СОШ ФМЦ частота регистрации проб с высоким уровнем антител к тиреоглобулину была достоверно выше (8,0 и 1,0%, $OR = 5,7$; $DI = 1,1–31,7$; $p \leq 0,05$). Среднегрупповые значения антител к тиреоглобулину и тиреопероксидазе группы наблюдения в 1,5–3,6 раза превышали аналогичные показатели группы сравнения ($p = 0,03–0,2$) (см. табл. 2).

В ходе исследования установлена и параметризована достоверная связь увеличения частоты встречаемости нарушений ритма сердца ($R^2 = 0,31$; $F = 17,75$; $p = 0,001$) и синтеза антител к ткани щитовидной железы ($R^2 = 0,35$; $F = 20,2$; $p < 0,05$) с повышением содержания в крови кортизола. Установлена прямая корреляционная связь между уровнем кортизола и параметрами объёма щитовидной железы ($r = 0,21$; $p = 0,007$).

Обсуждение

Целью настоящего исследования было выявление особенностей вегетативного и тиреоидного статуса у школьников, обучающихся по программе с углублённым изучением предметов физико-математического цикла. На первом этапе исследования проанализированы гигиенические аспекты профильного обучения. Полученные данные согласуются с результатами исследований под руководством В.Р. Кучмы, в сферу научных интересов которого входят и физиолого-гигиенические основы обучения детей [6]. Отечественные исследователи установили, что общий показатель напряжённости учебной деятельности в школах с углублённым изучением отдельных предметов выше относительно массовых школ, что обусловлено повышенными интеллектуальными нагрузками и особенностями образовательного режима. На втором этапе исследования выявленные признаки дисбаланса функционального

состояния вегетативной нервной и тиреотропно-тиреоидной системы у школьников, обучающихся по профильным программам, подтверждают данные ведущих специалистов, которые изучают особенности нервно-психического статуса и качества жизни детей и подростков в результате воздействия факторов риска образовательной среды [10, 11, 17]. Установлены связи между содержанием кортизола в крови и частотой выявления нарушений ритма, количеством антител к тиреопероксидазе, параметрами щитовидной железы. Роль хронического стресса в развитии кистозно-фолликулярной трансформации щитовидной железы подтверждена ранее выполненными нами исследованиями [10]. Таким образом, результаты проведённого исследования, логичность выявленных связей между изучаемыми показателями доказывают адекватность применённого научного подхода, возможность прогнозирования и успешного решения рассматриваемой проблемы. Анализ сдвигов в вегетативном и тиреоидном статусе у школьников различных возрастных категорий с учётом и ранжированием факторов, влияющих на здоровье детей, послужит основанием для расширения перечня исследований в декретированные сроки при проведении профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних*.

Выводы

В учебных учреждениях с углублённым изучением предметов физико-математического цикла общий уровень образовательного процесса являлся более напряжённым за счёт большего объёма (до 20%) учебной и дополнительной нагрузки на фоне сокращения длительности перемен и времени на отдых.

Более чем у 40% школьников, обучающихся по углублённой образовательной программе, выявляются нарушения сердечного ритма и тиреоидного статуса на фоне дисбаланса регуляторных функций отделов вегетативной нервной системы и активации стресс-гормона.

Повышенная напряжённость образовательного процесса увеличивает риск развития у школьников вегетативных дисфункций и возникновения аритмий более чем в 2,0 раза, нарушений тиреоидного статуса – в 4–6 раз.

* Приказ Минздрава России от 10.08.2017 № 514-н «О Порядке проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних». Available at: <http://pravo-med.ru/legislation/fz/13746/> (дата обращения: 09.10.2018).

Литература

- Безух К.Е., Чистяков В.В. Состояние здоровья детей 12-15 лет в условиях интенсификации учебного процесса в школе. *Актуальные проблемы адаптации организма в норме и патологии: Материалы международной научной конференции*. Ярославль, 2005: 83–85.
- Зюрин Э.А., Куренцов В.А., Сяфуков М.Р. Управление физическим воспитанием учащихся образовательных учреждений в условиях деятельности школьного физкультурно-спортивного клуба. *Вестник спортивной науки*. 2017; 3: 45–9.
- Макарова Л.П., Соловьёв А.В., Сыроматникова Л.И. Актуальные проблемы формирования здоровья школьников. *Молодой ученый*. 2013; 12: 494–6.
- Петрова Н.Ф., Гороява В.И. Современная школа и проблема здоровья учащихся. *Успехи современного естествознания*. 2005; 11: 73–5.
- Семенкова Т.Н., Касаткина Т.Н., Казин Э.М. Факторы «риска», влияющие на здоровье обучающихся в процессе обучения. *Вестник КемГУ*. 2011; 2: 98–106.
- Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В. Гигиеническая оценка интенсификации учебной деятельности детей в современных условиях. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2015; 1: 4–11.
- Колотова М.В., Рыжов А.Я., Степанова М.С. К вопросу об интегративной оценке напряженности труда учащихся средней общеобразовательной школы. *Вестник ТГУ. Серия «Биология и экология»*. 2014; 6: 7–15.
- Мирская Н.Б., Синякина А.Д., Коломенская А.Н. Формирование здорового образа жизни как необходимое условие профилактики нарушений и заболеваний органа зрения младших школьников. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (5): 466–70.
- Сухарева Л.М., Намазова-Баранова Л.С., Рапорт И.В., Звездина И.В. Динамика заболеваемости московских школьников в процессе получения основного общего образования. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2013; 3: 18–26.
- 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 учебного процесса. *Анализ риска здоровью*. 2017; 1: 66–83.
- Сетко А.Г., Терехова Е.А., Тюрин А.В., Мокеева М.М. Особенности нервно-психического статуса и качества жизни детей и подростков как результат воздействия факторов риска образовательной среды. *Анализ риска здоровью*. 2018; 2: 62–9.
- Кучма В.Р. *Школа здоровья: организация работы, мониторинг развития и эффективности (аудит школы в сфере здоровьесбережения детей)*. Москва. Просвещение; 2011:142.
- Овчинникова О.В., Казин Э.М., Федоров А.И. Особенности эндокринных и вегетативных функций у подростков, проживающих в разных социально-экологических условиях. *Материалы IV съезда физиологов Сибири*. Новосибирск, 2002: 206–7.
- Панкова Н.Б., Романов С.В., Евдокимова И.К., Ишкова Г.И., Карганов М.Ю. Результаты комплексной оценки уровня физического развития, степени развития физических качеств и функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у первоклассников столичного региона. *Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи: Материалы V национального Конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием*. Москва, 2016: 226–30.
- Морнов К.А., Подлинная О.Л. Дидактогенные стрессы у современных школьников: причины возникновения, пути профилактики и коррекции. *Проблемы социально-экономического развития Сибири*. 2016; 3(25): 198–203.
- Базарный В.Ф. Учить нельзя калечить? *Аккредитация в образовании*. 2011; 4 (48): 74–7.
- Сетко Н.П., Булычева Е. В., Валова А.Я. Вегетативный баланс и вариабельность сердечного ритма у учащихся общеобразовательных учреждений в условиях многокомпонентного воздействия факторов окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2018; 97 (3): 234–8.
- 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.
- Кубасов Р.В., Барачевский Ю.Е., Лупачев В.В. Функциональные изменения гипофизарно-гонадного и тиреоидного эндокринных звеньев в ответ на стрессовые факторы. *Фундаментальные исследования*. 2014; 10(5): 1010–4.
- Лужецкий, К.П., Устинова О.Ю., Маклакова О.А. Особенности формирования эндокринных нарушений у детей на территориях с загрязнением атмосферного воздуха веществами, оказывающими воздействие на гормоногенез (бензол, фенол, бенз(а)пирен). *Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Под редакцией профессора А.Ю. Поповой. Пермь, 2014: 625–30.
- Каркашадзе Г.А., Намазова-Баранова Л.С., Мамедьяров А.М., Константиныди Т.А., Сергиенко Н.С. Дефицит магния в детской неврологии: что нужно знать педиатру? *Вопросы современной педиатрии*. 2014; 13(5): 17–25.
- Мальгина Т.Е. Влияние стрессорных факторов на состояние здоровья людей экстремальных профессий. *Современные научные исследования и инновации*. 2016; 10. Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2016/10/72788> (дата обращения: 24.09.2018).
- Адамовская О.Н., Ермакова И.В., Сельверова Н.Б. Особенности вегетативной и гормональной реактивности при умственной деятельности у детей и подростков. *Физиология человека*. 2018; 44(5): 14–21
- Ракицкая Е.В., Учакина Р.В., Козлов В.К. Синдром вегетативной дисфункции у подростков как интегральный фактор высокого риска сердечнососудистых и эндокринных заболеваний у молодых: патогенетическое обоснование программы профилактики. *Якутский медицинский журнал*. 2013; 2: 14–8.
- Демин Д.Б. Зависимость ЭЭГ-характеристик от тиреоидного статуса у подростков Архангельской области и Ненецкого автономного округа. *Экология человека*. 2013; 4: 43–8.
- Фарбер Д.А., Дубровинская Н.В. Функциональная организация развивающегося мозга (возрастные особенности и некоторые закономерности). *Физиология человека*. 1991; 17(5): 17–27.
- Лавров Ю.В., Козлова М.Л., Котпелевская И.С. Психосоциальная дезадаптация как проявление соматических заболеваний. *Психопедагогика в правоохранительных органах*. 1999; 1(9): 16–8.
- Богомолова Е.С., Кузмичев Ю.Г., Бадеева Т.В., Писарева А.Н., Ашина М.В., Жулин Н.В. Динамика распространенности школьно-обусловленных заболеваний у детей и подростков г. Нижнего Новгорода (1980–2015 гг.). *Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи: Материалы V национального Конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием*. Москва, 2016: 24–9.
- Баранов А.А., Кучма В.Р., Ануфриева Е.В., Соколова С.Б., Скоблина Н.А., Вирабова А.Р. и др. Оценка качества оказания медицинской помощи обучающимся в образовательных организациях. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2017; 72 (3): 180–94.
- Меньшиков В.В. *Лабораторные методы исследования в клинике*. М.: Медицина, 1987: 368.
- Гланц С. *Медико-биологическая статистика*. Москва. Практика; 1998: 459.
- Жижин К.С. *Медицинская статистика*. Ростов на Дону. Феникс; 2007:160.

References

- Bezuch K.E., Chistyakov V.V. Health of school children aged 12-15 under educational processes intensification [Sostoyanie zdorov'ya detey 12-15 let v usloviyakh intensivatsii uchebnogo protsesssa v shkole]. *Aktual'nye problemy adaptatsii organizma v norme i patologii: Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii*. Yaroslavl', 2005: 83–85. (in Russian).
- Zyurin E.A., Kurentsov V.A., Syafukov M.R. Management of physical education of educational institutions students under the conditions of school physical culture and sport club. *Vestnik sportivnoy nauki*. 2017; 3: 45-9. (in Russian).
- Makarova L.P., Solov'ev A.V., Syromyatnikova L.I. Actual problems of shaping the health of schoolchildren [Aktual'nye problemy formirovaniya zdorov'ya shkol'nikov]. *Molodoy uchemy*. 2013; 12: 494–6. (in Russian).
- Petrova N.F., Goroyava V.I. A modern school and issues of school children's health [Sovremennaya shkola i problema zdorov'ya uchashchikhsya]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2005; 11: 73–5. (in Russian).
- Seменkova T.N., Kasatkina T.N., Kazin E.M. Factors of "Risk" that affect student's health in the learning process. *Vestnik KemGU*. 2011; 2: 98–106. (in Russian).
- Kuchma V.R., Tkachuk E.A., Efimova N.V. Hygienic assessment of the intensification of educational activity of children in modern conditions. *Voprosy shkol'noj i universitetskoj mediciny i zdorov'ja*. 2015; 1: 4–11. (in Russian).
- Kolotova M.V., Ryzhov A.Ja., Stepanova M.S. To the question of the integrative evaluation of the studying intensity between pupils in secondary school. *Vestnik TeGu. Serija «Biologija i jekologija»*. 2014; 6: 7–15. (in Russian).
- Mirskaya N.B., Sinyakina A.D., Kolomenskaya A.N. Shaping a healthy lifestyle as necessary condition for prevention of disorders and diseases of visual organ in younger schoolchildren. *Gigiya i sanitariya*. 2016; 95(5): 466–70. (in Russian).

9. Suhareva L.M., Namazova-Baranova L.S., Rapoport I.V., Zvezdina I.V. Dynamics of morbidity of moscow schoolchildren during the general education. *Voprosy shkol'noy i universitetskoj mediciny i zdorov'ya*. 2013; 3: 18–26 (in Russian).
10. Zaitseva N.V., Ustinova O.Yu., Luzhetsky 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. *Health risk Analysis*. 2017; 1: 66–83. DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.08.eng
11. Setko A.G., Terekhova E.A., Tyurin A.V., Mokeeva M.M. Peculiarities of neuro-psychic state and life quality of children and teenagers formed under influence exerted by risk factors existing in educational environment. *Health risk Analysis*. 2018; 2: 62–69. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.07.eng
12. Kuchma V.R. Health school: organization of work, monitoring of development and efficiency (audit of a school in the sphere of children's health preservation) [Shkola zdorov'ya: organizatsiya raboty, monitoring razvitiya i effektivnosti (audit shkoly v sfere zdorov'esberezheniya detey)]. Moskva. Prosveshchenie; 2011:142 (in Russian).
13. Ovchinnikova O.V., Kazin E.M., Fedorov A.I. Peculiarities of endocrine and vegetative functions in teenagers living in different social and ecological conditions [Osobennosti endokrinnyykh i vegetativnykh funktsiy u podrostkov, prozhivayushchikh v raznykh sotsial'no-ekologicheskikh usloviyakh]. *Materialy IV s'ezda fiziologov Sibiri*. Novosibirsk, 2002: 206–7. (in Russian).
14. Pankova N.B., Romanov S.V., Evdokimova I.K., Ishkova G.I., Karganov M.Yu. Complex assessment of physical development, physical qualities and functional indicators of the cardiovascular system in the 1st grade school children in the capital [Rezul'taty kompleksnoy otsenki urovnya fizicheskogo razvitiya, stepeni razvitiya fizicheskikh kachestv i funktsional'nykh pokazateley serdechno-sosudistoy sistemy u pervoklassnikov stolichnogo regiona]. *Zdravookhraneniye i meditsinskie nauki – ot oblasti obrazovaniya k professional'noy deyatelnosti v sfere okhrany i ukrepleniya zdorov'ya detey, podrostkov i molodezhi: Materialy V natsional'nogo Kongressa po shkol'noy i universitetskoj meditsine s mezhdunarodnym uchastiem*. Moscow, 2016: 226–30. (in Russian).
15. Mornov K.A., Podlinyaev O.L. Didactic-genetic stresses of the modern pupils: reasons for origin and ways of prophylaxis and correction. *Problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Sibiri*. 2016; 3(25): 198–203 (in Russian).
16. Bazarnyy V.F. To teach and (not) to cripple? [Uchit' nel'zya kalechit'?] *Akkreditatsiya v obrazovanii*. 2011; 4 (48): 74–7 (in Russian).
17. Kuchma V.R., Tkachuk E.A., Tarmaeva I.Yu. Psychophysiological state of children in conditions of informatization of their life activity and intensification of education. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(12): 1183–8. (in Russian).
18. Setko N.P., Bulycheva E. V., Valova A.Ya. Vegetative balance and variability of heart rhythm in students of general educational institutions in conditions of the multicomponent influence of factors. *Gigiena i sanitariya*. 2018; 97(3): 234–8 (in Russian).
19. Kubasov R.V., Barachevskiy Ju.E., Lupachev V.V. Endocrine system functional changes in response to extreme environment factors. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014; 10(5): 1010–4 (in Russian).
20. Luzhetsky, K.P., Ustinova O.Yu., Maklakova O.A. Peculiarities of endocrine disorders in children living on territories with air contaminated with substances influencing hormone genesis (benzene, phenol, benzpyrene). [Osobennosti formirovaniya endokrinnyykh narusheniy u detey na territoriyakh s zagryazneniem atmosfernogo vozdukhha veshchestvami, okazyvayushchimi vozdeystvie na gormonogenez (benzol, fenol, benz(a)piren)]. *Vital issues of safety and population health risk assessment under exposure to environmental factors: materials collected at the Russian theoretical and practical conference with international participation* Ed by A.Yu. Popova. Perm', 2014: 625–30 (in Russian).
21. Karkashadze E.A., Namazova-Baranova L.S., Mamedyarov A.M., Konstantinidi T.A., Sergiyenko N.S. Magnesium Deficiency in Child Neurology: What Should a Paediatrician Know? *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2014; 13(5): 17–25 (in Russian).
22. Malygina T.E. Stress factors effect to health at extreme profession staffs [Vliyaniye stressornykh faktorov na sostoyaniye zdorov'ya lyudey ekstremal'nykh professiy]. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii*. 2016; 10. Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2016/10/72788> (accessed: 24.09.2018) (in Russian).
23. Adamovskaya O.N., Ermakova I.V., Sel'verova N.B. Features of Vegetative and Hormonal Reactivity in Mental Activity in Children and Teenagers. *Fiziologiya cheloveka*. 2018; 44(5): 14–21 (in Russian).
24. Rakitskaya E.V., Uchakina R.V., Kozlov V.K. Vegetative dysfunction syndrome in teenagers as an integral factor causing high risks of cardiovascular and endocrine diseases in young people: pathogenetic substantiation of a prevention program [Sindrom vegetativnoy disfunktsii u podrostkov kak integral'nyy faktor vysokogo riska serdechnososudistyykh i endokrinnyykh zabolevaniy u molodykh: patogeneticheskoe obosnovaniye programmy profilaktiki]. *Yakutskiy meditsinskiy zhurnal*. 2013; 3: 26–31 (in Russian).
25. Demin D.B. EEG-parameters dependence on thyroid status in adolescents of Arkhangelsk region and Nenets autonomous area. *Ekologiya cheloveka*. 2013; 4: 43–8 (in Russian).
26. Farber D.A., Dubrovinskaya N.V. Functional organization of a developing brain (age-related peculiarities and some regularities) [Funktsional'naya organizatsiya razvivayushchegosya mozga (vozzrastnye osobennosti i nekotorye zakonomernosti)]. *Fiziologiya cheloveka*. 1991; 17(5): 17–27 (in Russian).
27. Lavrov Yu.V., Kozlova M.L., Kotpelevskaya I.S. Psycho-social deadaptation as a sign of somatic diseases [Psikhosotsial'naya dezadaptatsiya kak proyavleniye somaticheskikh zabolevaniy]. *Psikhopedagogika v pravookhranitel'nykh organakh*. 1999; 1(9): 16–8 (in Russian).
28. Bogomolova E.S., Kuzmichev Yu.G., Badeeva T.V., Pisareva A.N., Ashina M.V., Zhulin N.V. Dynamics of school-related diseases prevalence in children and teenagers in Nizhny Novgorod (1985 – 2015) [Dinamika rasprostranennosti shkol'no-obuslovlennykh zabolevaniy u detey i podrostkov g. Nizhnego Novgoroda (1980–2015 gg.)]. *Zdravookhraneniye i meditsinskie nauki – ot oblasti obrazovaniya k professional'noy deyatelnosti v sfere okhrany i ukrepleniya zdorov'ya detey, podrostkov i molodezhi: Materialy V natsional'nogo Kongressa po shkol'noy i universitetskoj meditsine s mezhdunarodnym uchastiem*. Moscow, 2016: 24–9. (in Russian).
29. Baranov A.A., Kuchma V.R., Anufrieva E.V., Sokolova S.B., Skoblina N.A., Virabova A.R. et al. Quality Evaluation of Healthcare Services in Schools *Vestnik Rossiyskoy Akademii meditsinskikh nauk*. 2017; 72 (3): 180–94. (in Russian).
30. Men'shikov V.V. Laboratory research in a clinic [Laboratornyye metody issledovaniya v klinike]. M.: Meditsina, 1987: 368. (in Russian).
31. Glants S. Medico-biological statistics [Mediko-biologicheskaya statistika]. Moscow, Praktika; 1998: 459 (in Russian).
32. Zhizhin K.S. Medical statistics [Meditsinskaya statistika]. Rostov na Donu. Feniks; 2007: 160. (in Russian).