

© Штина И.Е., Зенина М.Т., Валина С.Л., Устинова О.Ю., Лужецкий К.П., 2018

УДК 614.3

ОСОБЕННОСТИ ТИРЕОИДНОГО СТАТУСА У УЧАЩИХСЯ С РАЗЛИЧНОЙ НАПРЯЖЕННОСТЬЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

И.Е. Штина¹, М.Т. Зенина¹, С.Л. Валина¹, О.Ю. Устинова^{1,2}, К.П. Лужецкий^{1,2}¹ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, 82, г. Пермь, 614045, Россия²Пермский государственный национальный исследовательский университет, ул. Букирева, 15, г. Пермь, 614990, Россия

Проведен сравнительный анализ тиреоидного статуса у учащихся с различной напряженностью образовательного процесса. Установлено, что в школе с углубленным изучением профильных предметов учебный процесс являлся более напряженным за счет недостатка площади, приходящейся на одного учащегося, увеличенной и нерационально распределенной учебной и внеучебной нагрузки. У учащихся инновационных школ выявлены более выраженные нарушения тиреоидного обмена и четырехкратное увеличение относительного риска антителообразования к тканям щитовидной железы. Изменения объема и структуры щитовидной железы у учащихся школы с углубленным изучением предметов выявлялись до 3,6 раза чаще, чем у детей общеобразовательной школы. Установлены достоверные связи между количеством антител к тиреопероксидазе, объемом щитовидной железы и содержанием МДА и кортизола.

Ключевые слова: щитовидная железа; стресс; напряженность учебного процесса; кортизол.

I.E. Shtina, M.T. Zenina, S.L. Valina, O.Yu. Ustinova, K.P. Luzhetsky □ **PECULIARITIES OF THYROID STATUS AMONG STUDENTS WITH DIFFERENT INTENSITY OF THE EDUCATIONAL PROCESS** □ Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82, Monastyrskaya str., Perm, 614045, Russia; Perm State University, 15, Bukireva str., Perm, 614990, Russia.

The comparative analysis of thyroid status of students with different intensity of the educational process was carried out. It is established that educational process was more intense at school with profound studying of profile subjects due to the lack of the area falling on one pupil, the increased and irrationally distributed educational and extra-curricular loading. More pronounced disorders of thyroid metabolism and a fourfold increase in the relative risk of antibody formation to thyroid tissues were revealed in students of «innovative» schools. Changes in the volume and structure of the thyroid gland were detected up to 3.6 times more often in school students with advanced study subjects than in children of secondary school. Reliable connections are established between the number of antibodies to thyroperoxidase, thyroid volume and the content of MDA and cortisol.

Key words: thyroid gland; stress; intensity of educational process; cortisol.

Одним из приоритетных направлений государственной политики в сфере образования является охрана здоровья школьников. Согласно результатам многочисленных исследований, расширение сети образовательных учреждений нового типа с повышенной учебной нагрузкой и углубленным изучением отдельных дисциплин сопряжено с ухудшением здоровья учащихся [3, 4, 7]. Несоответствие программ и технологий обучения возрастным и индивидуальным особенностям организма ребенка особенно пагубно сказывается на здоровье в сенситивном периоде онтогенеза, совпадающим с началом обучения, а также в пубертатном возрасте, сопровождающемся интенсивным формированием вегетативных и гормональных механизмов регуляции процессов адаптации к внешним воздействиям [11]. В условиях интенсивного образовательного процесса у учащихся возрастает степень напряженности регуляторных механизмов и снижение функциональных резервов организма [1]. В формировании механизмов регуляции компенсаторных реакций на воздействие различных стрессовых факторов эндокринной системе отводится одна из ведущих ролей. Длительное и многократное действие экстремального фактора может явиться основой стресс-индуцированного развития патологии. Стрессорная реакция реализуется с помощью взаимозависимых изменений продукции ме-

диаторов и гормонов [5]. Известно, что нервная и эндокринная регуляция функций детского организма, его адаптация к умственным нагрузкам характеризуется относительной незрелостью и неустойчивостью, выражающимися в физиологических колебаниях продукции гормонов и медиаторов, изменении чувствительности рецепторного аппарата тканей-мишеней [11]. В условиях стресса к значимым патогенетическим факторам, вызывающим дисфункции тиреоидной системы, относятся нарушения окислительно-восстановительного баланса и усиление негативного влияния на клетки и ткани активных форм кислорода и других свободных радикалов, патологические изменения в иммунной системе и выработка аутоантител на ключевые компоненты тиреоидной системы, а также патологические изменения в гормональной сигнализации как в ЦНС, так и на периферии. Заболевания щитовидной железы занимают ведущее место в структуре эндокринной патологии у детей и подростков в РФ [2, 6]. По данным официальной статистики, в 2014 г. в России было зарегистрировано 913 829 детей в возрасте 0–14 лет с патологией эндокринной системы, из них более четверти (256 533) – с заболеваниями щитовидной железы. У подростков 15–17 лет доля тиреоидной патологии среди болезней эндокринной системы возрастает уже до 49 % [2].

Учитывая исключительную роль тиреоидного статуса в обеспечении процессов адаптации детей к действию стрессорных факторов, важно оценить влияние инновационных программ образования на морфологическое состояние и функцию щитовидной железы [10, 12].

Цель исследования – провести анализ тиреоидного статуса у учащихся с различной напряженностью образовательного процесса.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением предметов физико-математического цикла (СОШ ФМЦ) и Средняя общеобразовательная школа (СОШ); учащиеся исследуемых школ, получающие образование I, II и III уровня. Всего обследовано 176 детей. Группу наблюдения составили 83 учащихся среднего образовательного учреждения инновационного типа, группу сравнения – 93 учащихся средней образовательной школы. Группы обследованных детей были сопоставимы по половозрастному и количественному составу. Все дети проживали на территории с равной йодной обеспеченностью. Социологические исследования показали, что социально-экономические условия жизни детей обеих изучаемых групп не имели достоверных различий ($p > 0,05$).

Проведена оценка школьного расписания и организации образовательного процесса с точки зрения соответствия гигиеническим требованиям СанПиН 2.4.2.2821–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» (с изменениями от 24 ноября 2015 года) [9]. Для дополнительной оценки интенсивности учебного процесса была разработана и проанализирована специальная анкета для выявления отношения родителей к организации режима дня, учебной школьной и внешкольной нагрузке.

Медико-биологические исследования проводились с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1983 г.) и Национальном стандарте РФ ГОСТ Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP) [8].

Ультразвуковое сканирование щитовидной железы (положение, размеры, объем, визуальная оценка внешних контуров железы, экзогенности ткани и ее эхоструктуры) 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). Состояние тиреоидного статуса оценивали по содержанию тиреотропного гормона и Т4 свободного, уровню антител к тиреопероксидазе и тиреоглобулину.

Состояние оксидантной системы оценивали по уровню малонового диальдегида в плазме крови (МДА), антиоксидантной системы – по общей антиоксидантной активности плазмы крови (АОА). В качестве показателя эндокринной регуляции определяли концентрацию кортизола в крови.

Математическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью параметрических методов статистики, предварительно оценив соответствие полученных результатов закону нормального распределения. Моделирование зависимости «концентрация крови в крови – частота регистрации изменений щитовидной железы, тиреоидных гормонов, показате-

лей оксидативного стресса» выполнялось методом корреляционно-регрессионного анализа с проверкой статистических гипотез относительно параметров модели. Статистическая обработка результатов социологических исследований была выполнена путем расчета и сравнения среднеарифметических значений, определения частотных и структурных характеристик. Для оценки достоверности различий полученных данных использовался критерий Стьюдента и Фишера (сравнение групп опыта и контроля по количественным признакам). Различия полученных результатов являлись статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования. При гигиенической оценке режима образовательного процесса первого уровня средней образовательной школы с углубленным изучением предметов физико-математического цикла выявлено, что наполняемость изучаемого класса составила 29 человек, на одного учащегося приходилось около 1,7 м², что не удовлетворяло п. 10.1 СанПиН 2.4.2.2821–10 (не менее 2,5 м² на человека) [9]. В СОШ площадь на одного ученика была близка к нормативной и составила 2,4 м².

Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности показала, что в обоих образовательных учреждениях общий показатель напряженности учебной деятельности начального образования соответствовал 2-му «допустимому» классу [7]. В то же время анализ расписания учащихся первого уровня образования позволил установить, что в СОШ ФМЦ длительность малых перемен составила 5 минут, что не соответствовало п. 10.12. СанПиН 2.4.2.2821–10 [9]. Перерыв между сменами и факультативными занятиями в расписании был не предусмотрен. Длительность малых перемен в СОШ в I и II смены составляла 10–15 минут, большой – 20 минут, большая переменная была организована в I смену после 4-го урока, что не отвечало п. 10.12 СанПиН 2.4.2.2821–10 [9], во II смену – после 2 уроков, в соответствии с п. 10.12. Перерыв между сменами и факультативными занятиями был меньше нормативного.

В школе с углубленным изучением предметов математического профиля объем дневной учебной нагрузки превышал 5 уроков, три дня в неделю проводилось 6 уроков за счет обязательных кружков во вторник и среду и нулевого урока в пятницу, что не удовлетворяло требованиям п. 10.6 СанПиН 2.4.2.2821–10 [9]. В СОШ объем дневной нагрузки соответствовал действующим санитарным нормам и правилам. В школе инновационного типа выявлено превышение допустимой недельной нагрузки почти на 20,0 % (31 час, при допустимой норме – 26 часов), в СОШ количество академических часов отвечало требованиям п. 10.5 СанПиН 2.4.2.2821–10 [9].

Не у всех подгрупп учащихся второго и третьего уровня образования обеих школ расписание было составлено с учетом мер, способствующих предупреждению переутомления и сохранению оптимального уровня работоспособности (п. 10.7 и п. 10.11 СанПиН 2.4.2.2821–10) [9]. В одной из подгрупп школы с углубленным изучением предметов математического профиля наивысший балл приходился на пятницу, а низший на среду и субботу, что не удовлетворяло требованиям п. 10.7 и п. 10.11 СанПиН [9].

Анализ общего объема нагрузки в течение дня у учащихся 8-х и 11-х классов школы с углубленным изучением предметов математического профиля показал отсутствие превышения дневной учебной нагрузки, которая была не более 7 уроков в день и соответствовала требованиям п. 10.6 СанПиН 2.4.2.2821-10.

Учебный процесс в школе с углубленным изучением профильных предметов организован по 6-дневной рабочей неделе, недельная нагрузка у некоторых групп восьмиклассников составила 36 часов, у учащихся одиннадцатых классов – 37 академических часов, что не удовлетворяло требованиям п. 10.5 СанПиН 2.4.2.2821-10.

В СОШ недельная нагрузка 8-х и 11-х классов соответствовала требованиям п. 10.5 СанПиН 2.4.2.2821-10 (в 8-х классах – не более 33 часов, в 11-х – не более 34).

Таким образом, по совокупности несоответствий требованиям пунктов СанПиН 2.4.2.2821-10 [9] режим образовательного процесса в средней общеобразовательной школе с углубленным изучением предметов физико-математического цикла оценен как более напряженный в сравнении со средней общеобразовательной школой.

Анализ данных, полученных методом анкетирования родителей, показал, что при оценке интенсивности процесса обучения по фактору «время» продолжительность учебного дня и недели в образовательном учреждении с повышенной учебной нагрузкой выше, что подтверждается наличием связи среднего и умеренного типа (коэффициент сопряженности 0,3–0,56, $p = 0,00–0,002$). Для этих школьников характерна более высокая интенсивность учебной нагрузки по фактору «дополнительная нагрузка»: 26,5 % детей посещают 2–3 учреждения дополнительного образования (против 14,9 % их сверстников в образовательном учреждении общего типа; коэффициент сопряженности 0,34; $p < 0,05$; связь умеренная).

При ультразвуковом сканировании щитовидной железы установлено, что в группе наблюдения первого уровня образования ультра-

звуковая норма щитовидной железы идентифицировалась в 1,8 раза чаще, чем в группе сравнения (19,2 % и 35,5 %, $p = 0,2$), в то время как увеличение объема железы – в 2,7 раз чаще (34,6 % против 12,9 %; $OR = 3,6$; $DI = 1,75–7,30$; $p < 0,05$). Измененная структура щитовидной железы в группе наблюдения выявлялась в 1,4 раза чаще, чем в группе сравнения (76,9 % и 54,8 %; $OR = 2,7$; $DI = 1,5–5,0$; $p < 0,05$). Диффузные изменения структуры щитовидной железы встречались только в группе наблюдения у 11,5 % детей ($OR = 8,9$; $DI = 1,6–50,0$; $p < 0,05$) (табл. 1).

В результате проведенных лабораторных исследований не выявлено достоверных межгрупповых различий по средним концентрациям в крови Т4 свободного и ТТГ ($p > 0,05$) (табл. 2).

Однако при анализе показателей напряженности аутоиммунных реакций было установлено, что среднегрупповой уровень антител к тиреопероксидазе (ТПО) у учащихся первого уровня образования группы наблюдения в 3,3 раза превышал значение группы сравнения ($4,38 \pm 1,34 \text{ МЕ/см}^3$ и $1,34 \pm 1,33 \text{ МЕ/см}^3$ соответственно, $p = 0,001$). Относительный риск повышения синтеза антител к тиреопероксидазе и тиреоглобулину у детей группы наблюдения был в 4,1 раза выше, чем у детей группы сравнения ($DI = 1,1–15,6$; $p = 0,049$). Установлено, что у учащихся образовательного учреждения с повышенной учебной нагрузкой среднее содержание кортизола в крови в 1,2 раза превышало показатель учеников образовательного учреждения общего типа ($326,37 \pm 127,29 \text{ нмоль/см}^3$ и $265,79 \pm 80,36 \text{ нмоль/см}^3$ соответственно, $p = 0,047$). При отсутствии достоверных различий между группами ($38,95 \pm 5,47$ % и $38,75 \pm 5,76$ %, $p = 0,89$) уровень антиоксидантной активности у учащихся первого уровня образования исследуемых школ имел тенденцию к повышению. Среднее значение МДА в обеих изучаемых группах превышало физиологическую норму, но не имело статистически значимых межгрупповых различий ($2,77 \pm 0,59 \text{ мкмоль/см}^3$ и $2,94 \pm 0,50 \text{ мкмоль/см}^3$, $p = 0,26$).

Таблица 1. Данные ультразвукового исследования щитовидной железы учащихся первого уровня образования исследуемых групп, %

Table 1. Data of ultrasound examination of the thyroid gland of students of the first level of education of the studied groups, %

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения, I уровень образования	Группа сравнения, I уровень образования	p
Ультразвуковые признаки патологии щитовидной железы	80,8	64,5	0,1
Изменение объема щитовидной железы	46,2	16,1	0,01
Увеличение объема щитовидной железы	34,6	12,9	0,04
Уменьшение объема щитовидной железы	3,8	9,7	0,3
Диффузные изменения структуры щитовидной железы	11,5	0,0	0,03

p – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения I уровня образования.

p – significance of differences between the monitoring and comparison group of the I level of education.

Таблица 2. Показатели лабораторного исследования у учащихся первого уровня образования исследуемых групп, M ± m

Table 2. Indicators of laboratory research at pupils of the first level of education of the studied groups, M ± m

Показатель	Физиологические значения	Группа наблюдения, I уровень образования	Группа сравнения, I уровень образования	p
ТТГ, мкМЕ/см ³	0,3–4,0	$2,09 \pm 1,09$	$2,19 \pm 0,69$	0,69
Т4 свободный, пмоль/дм ³	10,0–25,0	$14,69 \pm 1,74$	$14,55 \pm 1,57$	0,74
Антитела к ТПО, МЕ/см ³	0,0–30,0	$4,38 \pm 1,34$	$1,34 \pm 1,33$	0,001
Антитела к ТГ, МЕ/см ³	0,0–100,0	$6,88 \pm 5,29$	$6,65 \pm 6,93$	0,9
Кортизол, нмоль/см ³	140,0–600,0	$326,37 \pm 127,29$	$265,79 \pm 80,36$	0,047
АОА, %	36,2–38,6	$38,95 \pm 5,47$	$38,75 \pm 5,76$	0,89
МДА, мкмоль/см ³	1,8–2,5	$2,77 \pm 0,59$	$2,94 \pm 0,50$	0,26

p – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения I уровня образования.

p – significance of differences between the monitoring and comparison group of the I level of education.

Выявленные ультразвуковые признаки патологии щитовидной железы у учащихся второго уровня образования преимущественно были представлены отклонением суммарного объема железистой ткани от нормы. Увеличение объема железы у детей группы наблюдения регистрировалось в 3,6 раз чаще, чем в группе сравнения (23,5 % против 6,5 %, $OR = 4,4$; $DI = 1,7-10,2$; $p < 0,05$). Нарушения структуры щитовидной железы выявлялись в исследуемых группах с близкой частотой, $p > 0,05$ (табл. 3).

При сравнительном анализе лабораторных данных детей второго уровня образования выявлены более выраженные межгрупповые различия. Средняя концентрация тиреоидных гормонов находилась в пределах нормативных значений, но уровень ТТГ ($2,12 \pm 0,72$ мкМЕ/см³) у детей, обучающихся в более напряженных условиях образовательного процесса, был достоверно выше, а Т4 свободный ($12,94 \pm 1,26$ пмоль/дм³) достоверно ниже показателей группы сравнения ($1,79 \pm 0,57$ мкМЕ/см³ и $14,19 \pm 1,40$ пмоль/дм³ соответственно, $p = 0,0003-0,046$) (табл. 4).

Среднее значение кортизола у детей, обучающихся по углубленной программе, в 1,2 раза превышало аналогичный показатель у детей средней образовательной школы ($290,18 \pm 108,72$ нмоль/см³ против $241,12 \pm 66,55$ нмоль/см³, $p = 0,03$). Уровень общей антиоксидантной активности плазмы крови у учащихся образовательного учреждения нового вида был достоверно выше среднего значения у детей группы сравнения

($40,40 \pm 4,58$ % против $39,08 \pm 4,38$ %, $p = 0,048$, $OR = 4,4$; $DI = 1,7-10,2$; $p < 0,05$), что свидетельствует о компенсаторном напряжении системы антиоксидантной защиты. Число проб с повышенным значением АОА в группе наблюдения было в 1,4 раза выше, чем в группе сравнения (57 % против 42 %, $OR = 1,82$; $DI = 1,0-3,2$; $p = 0,048$).

Полученные нами данные согласуются с результатами физиологических, психологических и педагогических исследований, свидетельствующих о том, что в пубертатном периоде наблюдается повышенное напряжение ведущих физиологических функций и механизмов их регуляции, вследствие чего требуемый уровень результативности учебной деятельности обеспечивается большей физиологической ценой.

Анализ данных ультразвукового исследования щитовидной железы у учащихся третьего уровня образования показал отсутствие выраженных различий между показателями изучаемых групп. Увеличение объема выявлялось у каждого второго ученика обоих образовательных учреждений (52,6 % и 54,5 %, $p = 0,8$). В то же время измененная структура щитовидной железы в группе наблюдения выявлялась в 1,2 раза чаще, чем в группе сравнения (79,0 % против 63,7 %; $OR = 2,1$; $DI = 1,1-4,0$; $p = 0,03$) (табл. 5).

При оценке тиреоидного статуса выявлено, что среднее значение Т4 свободного было достоверно ниже у детей, обучающихся в школе с углубленным изучением предметов математического профиля (табл. 6).

Таблица 3. Данные ультразвукового исследования щитовидной железы учащихся второго уровня образования исследуемых групп, %

Table 3. Data of ultrasound examination of the thyroid gland of students of the second level of education of the studied groups, %

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения, II уровень образования	Группа сравнения, II уровень образования	p
Ультразвуковые признаки патологии щитовидной железы	70,6	80,6	0,3
Изменение объема щитовидной железы	26,5	16,1	0,3
Увеличение объема щитовидной железы	23,5	6,5	0,05
Уменьшение объема щитовидной железы	8,8	9,7	0,9
Измененная структура щитовидной железы	70,6	64,5	0,6

p – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения II уровня образования.
p – significance of differences between the monitoring and comparison group of the II level of education.

Таблица 4. Показатели лабораторного исследования у учащихся второго уровня образования исследуемых групп, M ± m

Table 4. The performance of laboratory studies of pupils' second level education of studied groups, M ± m

Показатель	Физиологические значения	Группа наблюдения, II уровень образования	Группа сравнения, II уровень образования	p
ТТГ, мкМЕ/см ³	0,3–4,0	$2,12 \pm 0,72$	$1,79 \pm 0,57$	0,046
Т4 свободный, пмоль/дм ³	10,0–25,0	$12,94 \pm 1,26$	$14,19 \pm 1,40$	0,0003
Антитела к ТПО, МЕ/см ³	0,0–30,0	$9,03 \pm 12,58$	$7,01 \pm 5,95$	0,4
Антитела к ТГ, МЕ/см ³	0,0–100,0	$5,47 \pm 7,92$	$2,76 \pm 4,36$	0,1
Кортизол, нмоль/см ³	140,0–600,0	$290,18 \pm 108,72$	$241,12 \pm 66,55$	0,03
АОА, %	36,2–38,6	$40,40 \pm 4,58$	$39,08 \pm 4,38$	0,048
МДА, мкмоль/см ³	1,8–2,5	$2,78 \pm 0,37$	$2,98 \pm 0,44$	0,07

p – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения II уровня образования.
p – significance of differences between the monitoring and comparison group of the II level of education.

Таблица 5. Данные ультразвукового исследования щитовидной железы учащихся третьего уровня образования исследуемых групп, %

Table 5. Data of ultrasound examination of the thyroid gland of students of the third level of education of the studied groups, %

Данные ультразвукового исследования	Группа наблюдения, III уровень образования	Группа сравнения, III уровень образования	p
Ультразвуковые признаки патологии щитовидной железы	79,0	86,4	0,5
Изменение объема щитовидной железы	52,6	54,5	0,8
Увеличение объема щитовидной железы	52,6	54,5	0,8
Уменьшение объема щитовидной железы	0,0	0,0	1,0
Измененная структура щитовидной железы	79,0	63,7	0,3

p – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения III уровня образования.
p – significance of differences between the monitoring and comparison group of the III level of education.

**Таблица 6. Показатели лабораторного исследования у учащихся третьего уровня образования
исследуемых групп, $M \pm m$**

Table 6. Indicators of laboratory research in students of the third level of education of the studied groups, $M \pm m$

Показатель	Физиологические значения	Группа наблюдения, III уровень образования	Группа сравнения, III уровень образования	p
ТТГ, мкМЕ/см ³	0,3–4,0	1,61 ± 0,32	1,55 ± 0,26	0,6
Т4 свободный, пмоль/дм ³	10,0–25,0	12,89 ± 1,16	13,78 ± 1,04	0,01
Антитела к ТПО, МЕ/см ³	0,0–30,0	14,78 ± 31,22	13,28 ± 14,33	0,8
Антитела к ТГ, МЕ/см ³	0,0–100,0	3,05 ± 2,78	2,99 ± 2,54	0,9
Кортизол, нмоль/см ³	140,0–600,0	307,05 ± 100,93	303,95 ± 91,52	0,9
АОА, %	36,2–38,6	33,49 ± 5,49	33,05 ± 5,85	0,8
МДА, мкмоль/см ³	1,8–2,5	3,26 ± 0,34	2,92 ± 0,56	0,04

p – достоверность различий между группой наблюдения и группой сравнения III уровня образования.
p – significance of differences between the monitoring and comparison group of the III level of education.

Отличительной особенностью состояния здоровья детей, получающих образование третьего уровня, являлось формирование окислительно-антиоксидантного дисбаланса. У каждого второго школьника исследуемых учебных заведений установлено снижение активности антиоксидантной системы относительно физиологического уровня, что указывало на снижение адаптационных процессов у старшеклассников, независимо от вида образовательного учреждения, с тенденцией к переходу в стадию угнетения. О более выраженном усилении процессов свободнорадикального окисления у учащихся среднего образовательного учреждения нового типа свидетельствовало достоверное превышение среднего значения малонового диальдегида плазмы относительно группы сравнения ($3,26 \pm 0,34$ мкмоль/см³ и $2,92 \pm 0,56$ мкмоль/см³, $p = 0,04$) (табл. 6). В группе наблюдения доля детей с повышенным уровнем МДА составила 100 %, в группе сравнения – 81,8 % (OR = 15,1; DI = 2,8–81,6; $p < 0,05$).

Исследование причинно-следственных связей позволило установить зависимость активации синтеза антител к тиреопероксидазе с повышением уровня кортизола в крови (вклад 35 %) ($F = 20,2$; $p < 0,05$). Реализована и параметризована модель зависимости общей антиоксидантной активности плазмы крови от содержания кортизола в крови ($R^2 = 0,64$; $F = 67,3$; $p \leq 0,0001$). Установлена прямая корреляционная связь между уровнем кортизола, МДА и ультразвуковыми признаками патологии щитовидной железы ($r = 0,14-0,22$; $p = 0,002-0,007$), подтверждающая негативное влияние глюкокортикоидов и процессов окисления на состояние щитовидной железы.

Выводы:

1. В школе с углубленным изучением предметов математического профиля в условиях интенсивного образовательного процесса до 3,6 раза достоверно чаще регистрируются морфофункциональные изменения щитовидной железы.

2. На фоне хронического стресс-синдрома, характеризующегося достоверным повышением в 1,2 раза содержания в крови кортизола, у учащихся в начале пубертатного периода происходит компенсаторное напряжение системы антиоксидантной защиты с тенденцией к переходу в стадию угнетения в период завершения среднего общего образования и возрастания

активации процессов свободнорадикального окисления.

3. Результатом увеличения напряженности регуляторных механизмов являются достоверное повышение в 2,7–3,6 раза частоты выявления зоба и диффузные изменения щитовидной железы, активация в 3,3 раза аутоиммунитета, угнетение секреции тиреоидных гормонов. Относительный риск увеличения объема, изменения структуры щитовидной железы, повышения уровня АОА, МДА, синтеза антител к тканям железы в 1,8–15,0 раз выше, чем у учащихся общеобразовательной школы.

4. При осуществлении контрольно-надзорной деятельности в общеобразовательных учреждениях инновационного типа необходимо уделять особое внимание выполнению требований раздела X СанПиН 2.4.2.2821–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» [9]. Детям, обучающимся по углубленным программам, рекомендуется включать в план диспансерного наблюдения исследование щитовидной железы с оценкой гормонального статуса (УЗИ, ТТГ, Т4 свободный, антитела к ТПО и ТГ при измененной структуре щитовидной железы).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Безух К.Е.** Функциональные профили формирования здоровья подростков 12–15 лет, обучающихся по школьным программам разной интенсивности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ярославль: Изд-во ЯГПУ им. К. Д. Ушинского, 2007. 24 с.
2. **Герасимов Г.А.** Печальная статистика // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2015. Т. 11. № 4. С. 6–12.
3. **Закирова Л.М., Нагаева Т.А., Балашева И.И. и др.** Комплексная оценка состояния здоровья первоклассников в процессе адаптации к обучению в образовательных учреждениях нового типа // Бюллетень сибирской медицины. 2012. № 12. С. 206–212.
4. **Кротова И.Г., Русакова Н.В., Березин И.И. и др.** Состояние здоровья учащихся образовательных учреждений разного типа г. Самара // Педиатрия. 2011. Т. 90. № 1. С. 125–129.
5. **Кубасов Р.В., Барачевский Ю.Е., Лупачев В.В. и др.** Функциональные изменения гипотизарно-гонадного и тиреоидного эндокринных звеньев в ответ на стрессовые факторы // Фундаментальные исследования. 2014. № 10-5. С. 1010–1014.
6. **Кузнецов Е.В., Жукова Л.А., Пахомова Е.А. и др.** Эндокринные заболевания как медико-социальная проблема современности // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. С. 62.
7. **Кучма В.Р., Сухарева Л.М., Степанова М.И. и др.** Школа здоровья: организация работы, мониторинг раз-

- влияния эффективности (аудит школы в сфере здоровьесбережения детей). М.: Издательство Просвещение, 2011. 142 с.
- Надлежащая клиническая практика: Национальном стандарте РФ ГОСТ Р 52379–2005: [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ontology.ru/lav/2005/GOST_52379-2005.pdf (дата обращения: 14.08.2018).
 - Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях: СанПиН 2.4.2.2821–10 (с изменениями от 24 ноября 2015 г.): [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://base.garant.ru/12183577/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 14.08.2018).
 - Цаболова З.Т.** Функциональная активность щитовидной железы и гемодинамические параметры у школьников старших классов с эндемическим зобом // Клиническая медицина. 2014. Т. 92. № 8. С. 32–36.
 - Шайхелисламова М.В.** Возрастно-половые особенности и механизмы адаптационных реакций у детей 7–15 лет: автореф. дис. докт. биол. наук. Казань, 2008. 40 с.
 - Шпаков А.О.** Тиреоидная система в норме и при сахарном диабете 1-го и 2-го типов. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 222 с.

REFERENCES

- Bezukh K.E. Funktsional'nye profili formirovaniya zdorov'ya podrostkov 12–15 let, obuchayushhikhsya po shkol'nym programmam raznoj intensivnosti: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Functional profiles of the formation of health of adolescents 12–15 years old enrolled in school programs of different intensity: summary of the thesis ... of PhD in Biology]. Yaroslavl: YAGPU im. K.D. Ushinskogo Publ., 2007, 24 p. (In Russ.)
- Gerasimov G.A. Pechal'naya statistika [Sad statistics]. *Klinicheskaya i eksperimental'naya tireoidologiya*, 2015, vol. 11, no. 4, pp. 6–12. (In Russ.)
- Zakirova L.M., Nagaeva T.A., Balasheva I.I. et al. Kompleksnaya otsenka sostoyaniya zdorov'ya pervoklassnikov v protsesse adaptatsii k obucheniyu v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh novogo tipa [Comprehensive assessment of the health of first-graders in the process of adaptation to training in educational institutions of a new type]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*, 2012, no. 12, pp. 206–212. (In Russ.)
- Kretova I.G., Rusakova N.V., Berezin I.I. et al. Sostoyanie zdorov'ya uchashhikhsya obrazovatel'nykh uchrezhdenij raznogo tipa g. Samary [State of health of students of educational institutions of different types of Samara]. *Pediatrya*, 2011, vol. 90, no. 1, pp. 125–129. (In Russ.)
- Kubasov R.V., Barachevskiy Yu.E., Lupachev V.V. et al. Funktsional'nye izmeneniya gipofizarno-gonadnogo i tireoidnogo ehndokrinnykh zven'ev v otvet na stressovye faktory [Functional changes in pituitary-gonadal and thyroid endocrine units in response to stress factors]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014, no. 10–5, pp. 1010–1014. (In Russ.)
- Kuznetsov E.V., Zhukova L.A., Pakhomova E.A. et al. Endokrinnye zabolevaniya kak mediko-sotsial'naya problema sovremennosti [Endocrine diseases as a medical and social problem of our time]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2017, no. 4, pp. 62. (In Russ.)
- Kuchma V.R., Sukhareva L.M., Stepanova M.I. et al. Shkola zdorov'ya: organizatsiya raboty, monitoring razvitiya ehffektivnosti (audit shkoly v sfere zdorov'esberezheniya detej) [School of health: organization of work, monitoring of efficiency (school audit in the field of health of children)]. Moscow: Prosveshchenie Publ., 2011, 142 p. (In Russ.)
- Nadlezhnaya klinicheskaya praktika: Natsional'nom standarte RF GOST R 52379–2005 [Good clinical practice: national standard of the Russian Federation GOST R 52379-2005]. Available at: http://vov.ontology.ru/lav/2005/GOST_52379-2005.pdf (accessed 14.08.2018). (In Russ.)
- Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k usloviyam i organizatsii obucheniya v obshheobrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh: SanPiN 2.4.2.2821–10 (s izmeneniyami ot 24 noyabrya 2015 g.) [Sanitary and epidemiological requirements for the conditions and organization of training in educational institutions: SanPiN 2.4.2.2821–10 (as amended on November 24, 2015)]. Available at: <http://base.garant.ru/12183577/53f89421bbdaf741eb2d1etsts4ddb4ts33/> (accessed 14.08.2018). (In Russ.)
- Tsabolova Z.T. Funktsional'naya aktivnost' shchitovidnoy zhelezy i gemodinamicheskie parametry u shkol'nikov starshikh klassov s endemicheskim zobom [Functional activity of the thyroid gland and hemodynamic parameters in high school students with endemic goiter]. *Klinicheskaya meditsina*, 2014, vol. 92, no. 8, pp. 32–36. (In Russ.)
- Shajkhelislamova M.V. Vozrastno-polovye osobennosti i mekhanizmy adaptatsionnykh reaksij u detej 7–15 let : avtoref. dis. dokt. biolog. nauk [Age and gender characteristics and mechanisms of adaptive reactions in 7–15 years old children: summary of the thesis ... of PhD in Biology]. Kazan, 2008, 40 p. (In Russ.)
- Shpakov A.O. Tireoidnaya sistema v norme i pri sakharom diabete 1-go i 2-go tipov [Thyroid system in norm and in diabetes mellitus 1-St and 2-nd type]. Saint-Petersburg: Politekh. un-ta Publ., 2016, 222 p. (In Russ.)

Контактная информация:

Штина Ирина Евгеньевна, заведующий лабораторией комплексных проблем здоровья детей с клинической группой медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», кандидат медицинских наук
e-mail: shtina_irina@fcrisk.ru

Contact information:

Shtina Irina, Head of the laboratory complex problems of children's health with a clinical group of medical and preventive public health risk management technologies, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Candidate of Medical Sciences
e-mail: shtina_irina@fcrisk.ru