

ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022

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

Клинико-лабораторная и ультразвуковая характеристика аутоиммунного тиреоидита у детского населения территорий с размещением металлургических предприятий

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, Россия

Введение. Сочетание йодной недостаточности и негативного воздействия факторов окружающей среды детерминирует патоморфоз заболеваний щитовидной железы, в том числе аутоиммунного тиреоидита (АИТ).

Цель исследования: изучить клинико-лабораторные и ультразвуковые признаки АИТ у детей в зоне влияния металлургических предприятий.

Материал и методы. Выполнен сравнительный анализ результатов клинико-лабораторного исследования, ультразвуковой визуализации тканей щитовидной железы у детей с АИТ, проживающих в зоне влияния предприятий металлургической промышленности (102 человека) и вне зоны экспозиции (46 человек).

Результаты. На территории с размещением металлургических предприятий за 2010–2020 гг. прирост заболеваемости АИТ превысил в 1,5 раза средний показатель по Пермскому краю. В крови детей группы наблюдения концентрации свинца, марганца, никеля, хрома и цинка, превышающие региональный фоновый уровень, регистрировали в 1,7–5,5 раза чаще, чем в группе сравнения. У экспонированных детей установлено увеличение в 2 раза числа случаев формирования АИТ у мальчиков, в 1,3 раза — диффузных изменений эндокринной железы, сопряжённости АИТ с другой патологией ($p = 0,03–0,04$), повышение до 2,7 раза уровня сыровоточных IgA и IgG ($p = 0,015–0,043$), в 2,3 раза — ТТГ ($p = 0,096$) и снижение в 5,4 раза содержания Т4 свободного ($p = 0,057$).

Ограничения исследования. Проживание детей в пределах одного субъекта Российской Федерации, небольшой объём выборки, выборочное исследование соединений с прямым тиреоцитотоксическим действием.

Выводы. На территориях с размещением металлургических предприятий уровень и прирост заболеваемости АИТ превышает показатели края и территорий вне зоны экспозиции. У детей с АИТ и повышенным содержанием в крови металлов выявлены нарушения тиреоидного и иммунного статуса, диффузное поражение щитовидной железы, сопутствующее поражение других систем. Полученные математические зависимости указывают на возможное влияние металлов на формирование АИТ.

Ключевые слова: аутоиммунный тиреоидит; металлургическое производство; дети

Соблюдение этических стандартов. Программа исследования одобрена локальным этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол № 3 от 01.03.2017). Пациенты и их законные представители проинформированы о цели проведения исследования, получено добровольное информированное согласие законных представителей.

Для цитирования: Штина И.Е., Лужецкий К.П., Валина С.Л., Зенина М.Т., Устинова О.Ю. Клинико-лабораторная и ультразвуковая характеристика аутоиммунного тиреоидита у детского населения территорий с размещением металлургических предприятий. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2022; 66(6): 499–504. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-6-499-504> <https://elibrary.ru/jdrrgb>

Для корреспонденции: Штина Ирина Евгеньевна, канд. мед. наук, зав. лаб. комплексных проблем здоровья детей с клинической группой медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: shatina_irina@fcrisk.ru

Участие авторов: Штина И.Е. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста; Лужецкий К.П. — написание текста; Валина С.Л. — концепция и дизайн исследования, написание текста; Зенина М.Т. — сбор и обработка материала, статистическая обработка; Устинова О.Ю. — написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 12.08.2022

Принята в печать 07.09.2022

Опубликована 12.12.2022

CHILD AND ADOLESCENT HEALTH

© AUTHORS, 2022

Irina E. Shtina, Konstantin P. Luzhetsky, Svetlana L. Valina, Marya T. Zenina, Olga Yu. Ustinova

Clinical, laboratory and ultrasound characteristics of autoimmune thyroiditis in the children's population of territories with the location of metallurgical enterprises

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

Introduction. The combination of iodine deficiency and the negative impact of environmental factors determines the pathomorphism of thyroid diseases, including autoimmune thyroiditis (AIT).

The purpose of the study was to establish clinical, laboratory, and ultrasound features of autoimmune thyroiditis in children living under the influence of metallurgical production.

Materials and methods. AIT children residing in the zone of influence of the enterprises of the metallurgical industry (one hundred two cases) and outside the exposure zone (46 people) underwent a comparative analysis of the results of clinical and laboratory research, ultrasound imaging of thyroid gland tissues.

Results. During the period 2010–2020, the increase in the incidence of thyroiditis in the territory with metallurgical production enterprises exceeded the average indicator in the Perm region by 1.5 times. Children from the test group had concentrations of lead, manganese, nickel, chromium and zinc in their blood higher than the regional background level. These elevated concentrations were detected in them by 1.7–5.5 times more frequent than in their counterparts from the reference group.

The number of AIT cases elevated by 2 times in the exposed boys; diffuse lesions of the thyroid gland and combination of AIT with other diseases, by 1.3 times ($p = 0.03–0.04$). Levels of IgA and IgG in blood serum were by 2.7 times higher in the test group ($p = 0.015–0.043$); TSH contents, by 2.3 times higher ($p = 0.096$); free T4 contents, by 5.4 times lower ($p = 0.057$).

Limitations of the study. Children living at the only one subject of the Russian Federation; a comparatively small sampling; selected study of compounds with direct thyreo-cytotoxic effects

Conclusions. Incidence of thyroid gland diseases and thyroiditis in territories with developed metallurgical industry is higher than on territories with a relative favorable sanitary-hygienic situation. Children with elevated contents of metals in their blood had disorders of thyroid and immune status, thyroid gland disease and concomitant damage to other systems in the body. The mathematical relationships indicate the possible influence of metals on the formation of AIT.

Keywords: autoimmune thyroiditis; metallurgical production; children

Compliance with ethical standards. The study program was approved by the ethics committee of the Federal Scientific Center “Medical and Preventive Health Risk Management Technologies” (protocol No. 3 dated of March 01, 2017). All patients their legal representatives were informed about the purpose of the study, and voluntary informed consent was obtained from legal representatives.

For citation: Shtina I.E., Luzhetsky K.P., Valina S.L., Zenina M.T., Ustinova O.Yu. Clinical, laboratory and ultrasound characteristics of autoimmune thyroiditis in the children's population of territories with the location of metallurgical enterprises. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2022; 66(6): 499–504. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-6-499-504> <https://elibrary.ru/jdrrgb> (in Russian)

For correspondence: Irina E. Shtina, 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, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: shtina_irina@mail.ru

Information about author:

Shtina I.E., <https://orcid.org/0000-0002-5017-8232>

Luzhetsky K.P., <https://orcid.org/0000-0003-0998-7465>

Valina S.L., <https://orcid.org/0000-0003-1719-1598>

Zenina M.T., <https://orcid.org/0000-0001-6623-3075>

Ustinova O.Yu., <https://orcid.org/0000-0002-9916-5491>

Contribution of the authors: Shtina I.E. — concept and design of the study, collection and processing of material, statistical processing, text writing; Luzhetsky K.P. — text writing; Valina S.L. — concept and design of the study, text writing; Zenina M.T. — collection and processing of material, statistical processing; Ustinova O.Yu. — text writing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Acknowledgment. The study had no funding.

Conflict of interests. The author declares no conflict of interests.

Received: August 12, 2022

Accepted: September 07, 2022

Published: December 12, 2022

Актуальность

Среди эндокринной патологии у детей болезни щитовидной железы (ЩЖ) занимают лидирующее положение, уступая только ожирению, и достигают 10,6%. Статистические данные свидетельствуют об отсутствии значимого снижения уровня распространённости тиреопатий среди детей в России с 2015 г. [1, 2].

Своевременная диагностика и лечение тиреопатий предупреждает развитие связанных с ними нарушений состояния физического здоровья и ментального развития. Одной из важных задач здравоохранения является ознакомление врачей первичного звена с факторами риска развития тиреоидной патологии и адекватной оценкой скрининговых исследований детей [3–6].

Большинство современных исследований направлены на изучение у детского населения частоты и структуры заболеваний ЩЖ, ассоциированных с йододефицитом, при недостаточном привлечении внимания к аутоиммунному тиреоидиту (АИТ), триггерами которого среди прочих являются факторы окружающей среды и йодная недостаточность [1, 7, 8].

По данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году», величина вклада факторов окружающей среды в состояние здоровья может превышать 30% [9, 10]. Детский организм, находящийся в состоянии постоянного развития, является более восприимчивым к влиянию химических факторов окружающей среды по причине относительно большего их поступления с учётом меньшей массы тела ребёнка и несовершенства систем обмена веществ. Соединения некоторых металлов являются прямыми тиреоцитотоксикантами и способствуют формированию и утяжелению течения АИТ и другой аутоиммунной патологии в связи с иммунопатогенным действием. Таким образом, соединения металлов играют роль первичных и вторичных факторов риска заболеваний ЩЖ [11–13].

Цель исследования — изучить клинико-лабораторные и ультразвуковые признаки АИТ у детей в зоне влияния металлургических предприятий.

Материал и методы

Группа наблюдения состояла из 102 детей (табл. 1) с диагностированным ранее АИТ и проживающих в зоне влияния предприятий металлургической промышленности, суммарный индекс загрязнения атмосферы за 2010–2019 гг. которых достигал 6 усл. ед. и характеризовался как повышенный*. Группу сравнения составили 46 детей с АИТ, проживающих вне зоны экспозиции. Степень загрязнения атмосферы территорий сравнения соответствовала низкому уровню. В обеих группах исследования преобладали дети пубертатного возраста без статистически значимой межгрупповой разницы ($p = 0,849$), в группе наблюдения относительно группы сравнения установлено увеличение в 2 раза доли мальчиков с АИТ ($p = 0,068$).

Критериями включения служили установленный ранее АИТ, возраст до 14 лет (включительно), проживание на территории Пермского края не менее 3 лет, отсутствие признаков обострения хронического заболевания, острого инфекционного заболевания, психического расстройства и расстройства поведения (по данным форм № 026/у–2000 и № 112/у).

* Ежегодный экологический доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края». <https://priroda.permkrai.ru/environment-control/doklad> (дата обращения: 09.11.2021).

Таблица 1. Половозрастная структура групп исследования, %

Table 1. Gender and age structure of study groups, %

Показатель Parameter	Группа наблюдения Observation group $n = 102$	Группа сравнения Comparison group $n = 46$	p
Дети препубертатного возраста Prepubertal children	27,5	26,0	0,849
Дети пубертатного возраста Puberty children	72,5	74,0	0,849
Мальчики Boys	26,5	13,0	0,068
Девочки Girls	73,5	87,0	0,068

Критерии исключения: отсутствие диагностированного АИТ, возраст старше 14 лет, проживание на территории Пермского края менее 3 лет, обострение хронического заболевания, острое инфекционное заболевание, психические расстройства и расстройства поведения (по данным форм № 026/у–2000 и № 112/у).

Заболеваемость болезнями ЩЖ и АИТ детского населения изучали по данным Пермского краевого медицинского информационно-аналитического центра за 2010–2020 гг.

Исследование крови на содержание соединений алюминия, марганца, хрома, никеля и свинца выполнено на масс-спектрометре «Agilent 7500cx» («Agilent Technologies Inc.», США) в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.3230–14 «Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой».

Содержание в сыворотке крови тиреотропного гормона (ООО «ХЕМА», Россия), Т4 свободного (ООО «Компания Алкор Био», Россия), антител к тиреопероксидазе (ООО «ХЕМА») оценивали с применением ридера ELx808 (BioTek Instruments). Для определения уровня содержания IgG, IgM и IgA в сыворотке крови использовали реактивы «Моно-РИД-G, A, M» сыворотки диагностические моноспецифические против IgG(H), IgA(H), IgM(H) человека сухие. Исследования проводили в аккредитованных лабораториях.

Ультразвуковую визуализацию тканей ЩЖ и региональных лимфатических узлов выполняли на аппарате «AplioXG» («Toshiba AplioXGSSA-790A», Япония) [13].

Клинические и биологические исследования проводили при условии наличия письменного добровольного информированного согласия законного представителя ребёнка с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (2013 г.) и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика».

Анализ межгрупповых различий выполнен на основании сравнения средних значений параметров и стандартной ошибки среднего, процентные доли сравнивали согласно критерию χ^2 Пирсона. На основании корреляционного анализа установили связь между изучаемыми параметрами (коэффициент корреляции Пирсона — r),

Таблица 2. Заболеваемость болезнями ЩЖ и АИТ детского населения в 2010 и 2020 гг. на территориях Пермского края, %
Table 2. The incidence of thyroid diseases and thyroiditis in the children's population in 2010, 2020 in the territories of the Perm Territory, %

Территория Region	Заболеваемость болезнями ЩЖ, % Incidence of thyroid disease, %		Прирост, % The increase in incidence, %	Заболеваемость АИТ, % Thyroiditis incidence, %		Прирост, % The increase in incidence, %
	2010	2020		2010	2020	
Пермский край / Perm region	4,69	6,14	30,9	0,49	0,70	42,9
Территория наблюдения / Observation area	6,16	8,22	33,4	0,55	0,90	63,6
Территория сравнения / Comparison area	2,1	2,62	24,8	0,40	0,26	–35

проведена также оценка логистических зависимостей «маркер экспозиции — маркер негативного эффекта» с указанием коэффициентов регрессии (b_1) и детерминации Nagelkerke (R^2). Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0,05$.

Результаты

Заболеваемость детского населения болезнями ЩЖ и АИТ в Пермском крае и её динамика представлены в **табл. 2**. За 2010–2020 гг. заболеваемость тиреопатиями в крае выросла в 1,3 раза. Детальный анализ показателей заболеваемости позволил установить, что уровень распространённости болезней ЩЖ на территориях с размещением металлургических предприятий увеличился на 33,4%,

на территориях относительного санитарно-экологического благополучия — на 24,8%; средний краевой прирост заболеваемости АИТ составил 42,9%, на территории наблюдения — 63,6%, а на территории сравнения выявлено снижение заболеваемости АИТ на 35% (см. **табл. 2**).

Результаты химико-аналитического исследования отражены в **табл. 3**. В группе наблюдения относительно группы сравнения кратность превышения доли детей с высоким содержанием металлов в крови составила по марганцу 5,5 раза, по никелю — 2,0 раза, по хрому — 1,7 раза, по цинку — 2,7 раза ($p < 0,001$ – $0,050$).

Результаты лабораторного исследования и частота выявленных нарушений у обследованных групп детей представлены в **табл. 4**.

Таблица 3. Доля проб с высоким уровнем содержания металлов в крови у детей, %**Table 3.** The proportion of samples with an increased content of metals in the blood in children, %

Металл Metals	Региональный фоновый уровень, мг/дм ³ Regional background level, mg/dm ³	Группа наблюдения Observation group $n = 102$	Группа сравнения Comparison group $n = 46$	p
Свинец / Lead	0,0144 ± 0,0067	59,8	26,0	< 0,001
Марганец / Manganese	0,013 ± 0,00397	59,8	10,8	< 0,001
Никель / Nickel	0,00225 ± 0,00202	35,3	17,4	0,003
Хром ⁶⁺ / Chrome ⁶⁺	0,0027 ± 0,00199	94,1	56,5	< 0,001
Цинк / Zinc	4,77705 ± 0,7517	93,1	34,8	< 0,001

Таблица 4. Показатели лабораторного исследования и частота выявленных нарушений у обследованных групп детей, $M \pm m$ **Table 4.** Indicators of laboratory research and frequency of identified modified parameters in the examined groups of children, $M \pm m$

Показатель Parameter	Группа наблюдения Observation group $n = 102$	Группа сравнения Comparison group $n = 46$	p
<i>Лабораторные показатели тиреоидного профиля у детей / Laboratory indicators of the thyroid profile in children</i>			
Тиреотропный гормон, мкМЕ/см ³ / TSH, μ IU/cm ³	2,41 ± 0,76	1,87 ± 0,76	0,317
T4 свободный, пмоль/дм ³ / Free T4, pmol/dm ³	13,8 ± 1,3	14,6 ± 1,21	0,369
Антитела к тиреопероксидазе, МЕ/см ³ / Antibodies to TPO, IU/cm ³	189,91 ± 129,36	79,56 ± 48,98	0,115
<i>Показатели иммунологического исследования у детей / Indicators of immunology research of children</i>			
IgG, г/дм ³ IgG, g/dm ³	12,42 ± 0,74	11,32 ± 0,81	0,047
IgM, г/дм ³ IgM, g/dm ³	1,49 ± 0,13	1,36 ± 0,12	0,144
IgA, г/дм ³ IgA, g/dm ³	1,81 ± 0,18	1,66 ± 0,19	0,254
<i>Частота выявленных изменённых параметров (%) / Frequency of identified modified parameters (%)</i>			
Тиреотропный гормон / TSH	19,6	8,7	0,096
T4 свободный / Free T4	11,8	2,2	0,057
IgG	29,4	10,9	0,015
IgM	18,6	6,5	0,056
IgA	36,3	19,6	0,043

Таблица 5. Параметры зависимостей
«маркер экспозиции — маркер негативного эффекта»

Table 5. Parameters of relationship
"exposure marker — negative effect marker"

Маркер экспозиции Exposure marker	Маркер негативного эффекта Negative effect marker	b1	R ²	p
Свинец Lead	Заболееваемость АИТ	125,6	0,68	≤ 0,001
Марганец Manganese	Incidence of AIT	83,9	0,17	0,048
Никель Nickel		98,9	0,32	0,020
Цинк Zinc		18,1	0,70	0,042
Никель Nickel	Концентрация тиреотропного гормона	2,99	0,49	< 0,001
Цинк Zinc	Concentration of TSH	3,2	0,51	< 0,001

Различия между средними значениями уровней ТТГ, Т4 свободного и антител к тиреопероксидазе у детей группы наблюдения и сравнения не достигли статистической значимости ($p = 0,115–0,369$), при этом в группе наблюдения чаще регистрировали высокий уровень тиреотропного гормона — в 2,2 раза ($p = 0,096$) и низкое содержание Т4 свободного — в 5,4 раза ($p = 0,057$) (см. табл. 4).

Анализ состояния гуморального иммунитета показал, что у экспонированных детей в 1,8–2,9 раза чаще идентифицировалось высокое содержание в сыворотке IgG, IgM и IgA (см. табл. 4).

В ходе ультразвукового исследования у детей группы наблюдения в 1,3 раза чаще, чем в группе сравнения, выявляли диффузные изменения структуры тиреоидной ткани (72,5 и 54,3%; $p = 0,03$), остальные ультразвуковые изменения, патогномоничные для аутоиммунного поражения ЩЖ, регистрировали с близкой частотой в исследуемых группах, а именно увеличение объема ЩЖ (63,7 и 52,2%, $p = 0,185$), усиление васкуляризации ЩЖ (75,4 и 71,7%; $p = 0,956$), повышение линейной скорости кровотока (34,3 и 34,8%; $p = 0,640$), снижение индексов периферического сопротивления (37,2 и 41,3%; $p = 0,970$) и реактивную гиперплазию региональных лимфатических узлов (56,8 и 56,5%; $p = 0,185$).

Результаты математического моделирования представлены в табл. 5. На основании значения коэффициента детерминации вклад соединений алюминия, марганца, хрома, никеля и свинца в вероятность увеличения заболеваемости АИТ составил 17–70%, а вклад никеля и цинка в вероятность повышения концентрации тиреотропного гормона — 49–51%.

Установлена обратная корреляционная связь умеренной силы «концентрация свинца в крови — значение резистивных индексов периферического сопротивления» ($r = -0,39$; $p = 0,049$) и прямая заметная связь «концентрация никеля в крови — объем ЩЖ» ($r = 0,58$; $p = 0,029$).

В структуре сопутствующей патологии у детей обследуемых групп диагностирована коморбидная патология, представленная ожирением и другими видами избыточности питания (Е65–Е68) — у 24,5–17,4% детей ($p = 0,337$), отдельными нарушениями, вовлекающими иммунный

механизм (D80–D89), — у 23,9–25,5% ($p = 0,845$), бронхиальная астма (J45) — у 11,8–17,4% ($p = 0,357$), дерматиты (L20–30) — у 15,2–15,8% ($p = 0,950$). У 14,7% детей группы наблюдения диагностирована алопеция (L63) что в 3,4 раза превышало значение группы сравнения (4,3%; $p = 0,066$).

Обсуждение

Средний уровень детской заболеваемости АИТ по Пермскому краю (0,70% в 2020 г.) сопоставим с показателем Российской Федерации (0,81% в 2018 г.) [1, 8]. Полученная разница между уровнями заболеваемости тиреопатиями и АИТ детей, проживающих на территориях с размещением металлургических предприятий, и детей с территорий санитарно-гигиенического благополучия согласуется с результатами отечественных и зарубежных исследований, опубликованных ранее, по данным которых факторы окружающей среды являются триггерами аутоиммунных заболеваний ЩЖ [10, 14, 15].

На необходимость контроля тиреоидного статуса у детей с АИТ указывает факт увеличения частоты встречаемости нарушений гормонального статуса в виде субклинического и манифестного гипотиреоза у детей с повышенной контаминацией крови тиреоцитотоксическими металлами, а также формирование осложнений в виде задержки скелетного, физического, полового, умственного и речевого развития у 14,5–25,8% [5, 8].

Общность факторов риска и ключевых звеньев патогенеза, возможно, обуславливает у детей в зоне влияния предприятий металлургии сопряженность АИТ с другими соматическими заболеваниями, имеющими в основе иммунные нарушения, что усложняет диагностику и лечение, ухудшает прогноз болезни [10, 12, 16].

Результаты исследования, демонстрирующие в качестве маркера АИТ, ассоциированного с аэрогенным загрязнением металлами, диффузные изменения тиреоидной ткани, увеличивают диагностическую ценность ультразвукового сканирования ЩЖ у детей, проживающих на территориях с размещением металлургических предприятий, т.к. у детей процесс аутоиммунного поражения ЩЖ является незавершённым и ещё не имеет клинического проявления [17–19].

Сопоставление результатов не показало выраженной межгрупповой разницы по большей доле показателей клинико-лабораторного и параметров инструментального исследования у детей с АИТ, проживающих в различных санитарно-экологических условиях. Данный факт можно объяснить тем, что дети, включённые в исследование, проживали в идентичных условиях, пограничных с умеренной степенью йодной недостаточности [20].

В ходе математического моделирования и корреляционного анализа установлен вклад изучаемых металлов в частоту возникновения АИТ, уровень содержания тиреотропного гормона и особенности морфологической ультразвуковой картины АИТ, что дополняет данные результатов других исследователей, изучающих влияние факторов окружающей среды на развитие эндокринной патологии [14, 21].

Ограничения исследований. Ограничениями исследования являлось проживание детей в пределах территории одного субъекта Российской Федерации, небольшая выборка числа наблюдений, выборочное исследование веществ, обладающих прямым тиреоцитотоксическим действием.

Выводы

Прирост детской заболеваемости АИТ на территориях с размещением металлургических предприятий в 1,5 раза превышает среднекраевой показатель, в то время как вне зон экспозиции отмечается отрицательный прирост.

У детей в зоне влияния металлургических предприятий выявлена тенденция к более частой встречаемости АИТ у мальчиков, повышению уровня ТТГ и снижению содержания Т4 свободного в крови на фоне статистически значимого увеличения в 1,3–2,7 раза случаев диффузного изменения структуры ЩЖ и высокого синтеза иммуноглобулинов классов А и G, сопряжённости с другими заболеваниями.

Вклад негативного влияния тиреоцитотоксических металлов в заболеваемость АИТ составляет 17–70 %.

ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 4, 10–13, 16, 19 см. References)

- Огрызко Е.В., Шелепова Е.А., Кузнецова В.П. Динамика заболеваемости щитовидной железой среди детей в возрасте 0–17 лет в Российской Федерации. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2020; (3): 341–56. <https://doi.org/10.24411/2312-2935-2020-00076>
- Герасимов Г.А. Печальная статистика. *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*. 2015; 11(4): 6–12. <https://doi.org/10.14341/ket201546-12>
- Терехов П.А., Рыбакова А.А., Терехова М.А., Трошина Е.А. Информированность населения Российской Федерации о йодном дефиците, его влиянии и способах профилактики йододефицитных заболеваний. *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*. 2019; 15(3): 118–23. <https://doi.org/10.14341/ket12239>
- Литвицкий П.Ф. Патология эндокринной системы: этиология и патогенез эндокринопатий. Расстройства гипоталамо-гипофизарной системы. *Вопросы современной педиатрии*. 2011; 10(4): 47–60.
- Гладкая В.С., Грицинская В.Л. Профилактика йодного дефицита: информированность и потребительский выбор студентов вузов. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2020; 64(4): 196–201. <https://doi.org/10.46563/0044-197X-2020-64-4-196-201>
- Урманова Ю.М., Азимова Ш.Ш., Рихсиева Н.Т. Частота и структура заболеваний щитовидной железой у детей и подростков по данным обращаемости. *Международный эндокринологический журнал*. 2018; 14(2): 163–7.
- Трошина Е.А., Платонова Н.М., Панфилова Е.А., Панфилов К.О. Аналитический обзор по результатам мониторинга основных эпидемиологических характеристик йододефицитных заболеваний у населения Российской Федерации за период 2009–2015 гг. *Проблемы эндокринологии*. 2018; (1): 21–37. <https://doi.org/10.14341/probl9308>
- ВОЗ. Загрязнение воздуха. Доступно: <https://www.who.int/ru/health-topics/air-pollution>
- Гегер Э.В. Влияние факторов окружающей среды на заболеваемость тиреоидной патологией. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; (1): 10–1.
- Лужецкий К.П., Цинкер М.Ю., Веквшинина С.А. Структурно-динамический анализ эндокринной патологии на территориях Российской Федерации с различным уровнем и спектром загрязнения среды обитания. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017; (5): 7–11. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-290-5-7-11>
- Таранушенко Т.Е., Киселева Н.Г. Диагностика заболеваний щитовидной железы в практике педиатра. *Consilium Medicum*. 2018; (Прил. 3): 92–8. https://doi.org/10.26442/2413-8460_2018.3.92-98
- Алфёрова В.И., Мустафина С.В., Рымар О.Д. Йодная обеспеченность в России и мире: что мы имеем на 2019 год? *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*. 2019; 15(2): 73–82. <https://doi.org/10.14341/ket10353>
- Мельниченко Г.А., Трошина Е.А., Платонова Н.М., Панфилова Е.А., Рыбакова А.А., Абдулхабилова Ф.М. и др. Йододефицитные заболевания щитовидной железы в Российской Федерации: современное состояние проблемы. Аналитический обзор публикаций и данных официальной государственной статистики (Росстат). *Consilium Medicum*. 2019; 21(4): 14–20. <https://doi.org/10.26442/20751753.2019.4.190337>
- Лагно О.В., Кравцова К.А., Артеменко Г.С., Черных И.Е. Йододефицитные заболевания и аутоиммунный тиреоидит у детей: дискуссионные и нерешенные вопросы в тиреологии. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2021; (2): 100–8. https://doi.org/10.47843/2074-9120_2021_2_100

REFERENCES

- Ogryzko E.V., Shelepova E.A., Kuznetsova V.P. Dynamics of thyroid gland incidence among children at the age of 0–17 years in the Russian Federation. *Sovremennye problemy zdoravookhraneniya i meditsinskoy statistiki*. 2020; (3): 341–56. <https://doi.org/10.24411/2312-2935-2020-00076> (in Russian)
- Gerasimov G.A. Sad statistics. *Klinicheskaya i eksperimental'naya tireoidologiya*. 2015; 11(4): 6–12. <https://doi.org/10.14341/ket201546-12> (in Russian)
- Terekhov P.A., Rybakova A.A., Terekhova M.A., Troshina E.A. Awareness of the population in Russian Federation about iodine deficiency, its effects and methods for prevention of iodine deficiency disorders. *Klinicheskaya i eksperimental'naya tireoidologiya*. 2019; 15(3): 118–23. <https://doi.org/10.14341/ket12239> (in Russian)
- Hanley P., Lord K., Bauer A.J. Thyroid disorders in children and adolescents: a review. *JAMA Pediatr*. 2016; 170(10): 1008–19. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2016.0486>
- Litvitskiy P.F. Pathology of endocrine system: etiology and pathogenesis of endocrinopathies. Disorders of hypothalamohypophysial system. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2011; 10(4): 47–60. (in Russian)
- Gladkaya V.S., Gritskinskaya V.L. Prevention of iodine deficiency: awareness and consumer choice of the university students. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2020; 64(4): 196–201. <https://doi.org/10.46563/0044-197X-2020-64-4-196-201> (in Russian)
- Uрманова Yu.M., Azimova Sh.Sh., Rikhsieva N.T. Prevalence and structure of thyroid diseases in children and adolescents according to the data of appealability. *Mezhdunarodnyy endokrinologicheskiy zhurnal*. 2018; 14(2): 163–7. (in Russian)
- Troshina E.A., Platonova N.M., Panfilova E.A., Panfilov K.O. The analytical review of monitoring of the basic epidemiological characteristics of iodine deficiency disorders among the population of the Russian Federation for the period 2009–2015. *Problemy endokrinologii*. 2018; (1): 21–37. <https://doi.org/10.14341/probl9308> (in Russian)
- WHO. Air pollution. Available at: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>
- Pasala P., Francis G.L. Autoimmune thyroid diseases in children. *Expert Rev. Endocrinol. Metab*. 2017; 12(2): 129–42. <https://doi.org/10.1080/17446651.2017.1300525>
- Mathiarsan S., Hüls A. Impact of environmental injustice on children's health-interaction between air pollution and socioeconomic status. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021; 18(2): 795. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020795>
- Hybenova M., Hrda P., Procházková J., Stejskal V., Sterzl I. The role of environmental factors in autoimmune thyroiditis. *Neuro Endocrinol. Lett*. 2010; 31(3): 283–9.
- Zimmermann M.B., Molinari L., Spehl M., Weidinger-Toth J., Podoba J., Hess S., et al. Updated provisional WHO/ICCID reference values for sonographic thyroid volume in iodine-replete school-age children. *IDD Newsletter*. 2001; 17(1): 12.
- Geger E.V. Influence of environmental factors on morbidity rate of thyroid pathology. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2014; (1): 10–1. (in Russian)
- Luzhetskiy K.P., Tsinker M.Yu., Vekovshinina S.A. Structural and dynamic analysis of endocrine pathology in the Russian Federation with different levels of spectrum and environmental pollution. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2017; (5): 7–11. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-290-5-7-11> (in Russian)
- Kucharska A.M., Witkowska-Sędek E., Labochka D., Rumińska M. Clinical and biochemical characteristics of severe hypothyroidism due to autoimmune thyroiditis in children. *Front. Endocrinol*. 2020; 11: 364. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00364>
- Taranushenko T.E., Kiseleva N.G. Diagnosis of thyroid disease in pediatric practice. *Consilium Medicum*. 2018; (Suppl. 3): 92–8. https://doi.org/10.26442/2413-8460_2018.3.92-98 (in Russian)
- Alferova V.I., Mustafina S.V., Rymar O.D. Iodine status of the population in Russia and the world: what do we have for 2019? *Klinicheskaya i eksperimental'naya tireoidologiya*. 2019; 15(2): 73–82. <https://doi.org/10.14341/ket10353> (in Russian)
- Marwaha R.K., Tandon N., Kanwar R., Ganie M.A., Bhattacharya V., Reddy D.H., et al. Evaluation of the role of ultrasonography in diagnosis of autoimmune thyroiditis in goitrous children. *Indian Pediatr*. 2008; 45(4): 279–84.
- Mel'nichenko G.A., Troshina E.A., Platonova N.M., Panfilova E.A., Rybakova A.A., Abdulkhabirova F.M., et al. Iodine deficiency thyroid disease in the Russian Federation: the current state of the problem. Analytical review of publications and data of official state statistics (Rosstat). *Consilium Medicum*. 2019; 21(4): 14–20. <https://doi.org/10.26442/20751753.2019.4.190337> (in Russian)
- Lagno O.V., Kravtsova K.A., Artemenko G.S., Chernykh I.E. Iodine deficiency disorders and autoimmune thyroiditis in children: controversial and unresolved issues in thyroidology (review). *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2021; (2): 100–8. https://doi.org/10.47843/2074-9120_2021_2_100 (in Russian)