

DOI: 10.32999/ksu2524-0838/2023-34-4

УДК 614.876+551.508.957(477.65)

Комісова Т.Є.¹, Гончаренко М.С.¹, Сліпцова Н.А.²

ВПЛИВ ПРИРОДНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ НА ПОКАЗНИКИ ЙОДУ В ОРГАНІЗМІ

¹Харківський національний педагогічний університет імені Г.С.Сковороди Харків, Україна, e-mail: kaf-anatomy-physiology@hnpu.edu.ua

²Донецький національний медичний університет Кропивницький, Україна, e-mail: apteka111888111@gmail.com

У роботі наведені результати досліджень з визначення комбінованої дії іонізуючого випромінювання на частоту розвитку захворювань щитовидної залози (ЩЗ) у дітей, що мешкають на території при постійній дії природної та техногенної іонізуючої радіації. ЩЗ у дітей є однією з основних залоз ендокринної системи, якій належить провідна роль в нейроендокринно-імунній регуляції організму, в формуванні фізичного і психічного статусу, в регуляції нормального функціонування найважливіших органів і систем, інших залоз ендокринної системи, різних обмінних процесів та ін. Тому стан ЩЗ у дітей є індикатором їх здоров'я як в даний час, так і в майбутньому.

Метою роботи є вивчення впливу комбінованої дії радіації і йодного дефіциту на частоту розвитку тиреоїдної патології у дітей. Обстежено 182 дітей та підлітків - мешканців деяких регіонів Кіровоградської області. Обстеження проводили за єдиною програмою, до якої було включено: антропометрію; анамнестичні дані; розрахунок середньої поглиненої ЩЗ дози за рахунок РН йоду; ультразвукове дослідження ЩЗ; імуноферментний аналіз вмісту в крові тиреоїдних гормонів - вільного тироксину (в Т4); тиреотропного гормону гіпофіза (ТТГ); визначення антитіл до тиреоглобуліну (АТГ) і мікросомальної фракції (АМС); йодне забезпечення організму (за екскрецією йоду з сечею).

Результати, свідчать, що тиреоїдна патологія була виявлена у дітей всіх груп. Встановлено, що частота виникнення тиреоїдної патології у дітей не знижується і залежить від дозового навантаження на ЩЗ (в основному за рахунок радіонуклідів йоду) та забезпеченості організму йодом. Відзначено, що комбінована дія іонізуючого випромінювання та ендемічного дефіциту йоду посилює радіаційний ефект на ЩЗ. Після прийому йодовмісних препаратів у всіх групах відзначалося зменшення кількості обстежених з концентрацією йоду в сечі. При цьому кількість дітей з достатнім забезпеченням організму йодом збільшувалася в основному за рахунок дітей з легким ступенем йодного дефіциту. З метою профілактики тиреоїдної патології дітям з дифузним зобом, які зазнали комбінованої дії іонізуючого опромінення та ендемічного дефіциту йоду рекомендовано застосовувати препарати і продукти, що містять йод.

Ключові слова: опромінення населення, іонізуюче випромінювання, природні радіонукліди, щитоподібна залоза.

Komisova T.Ie., Honcharenko M.S., Sliptsova N.A.

INFLUENCE OF NATURAL AND MAN-MADE EFFECTS OF IONIZING RADIATION ON IODINE INDICATORS IN THE BODY

The paper presents the results of research on the determination of the combined effect of ionizing radiation on the frequency of development of thyroid gland diseases (THD) in children living in the territory with constant exposure to natural and man-made ionizing radiation. In children, the thyroid gland is one of the main glands of the endocrine system, which plays a

leading role in the neuroendocrine-immune regulation of the body, in the formation of physical and mental status, in the regulation of the normal functioning of the most important organs and systems, and other glands of the endocrine system, various exchange processes, etc. Therefore, the state of the thyroid gland in children is an indicator of their health both now and in the future.

The aim of the work is to study the influence of the combined effect of radiation and iodine deficiency on the frequency of thyroid pathology in children. 182 children and adolescents - residents of some localities of the Kirovohrad region - were examined. The examination was carried out according to a single program, which included: anthropometry; anamnestic data; calculation of the average absorbed by thyroid dose due to PH of iodine; ultrasound examination of the thyroid gland; immunoenzymatic analysis of the content of thyroid hormones in the blood - free thyroxine (in T4); pituitary thyroid-stimulating hormone (TSH); determination of antibodies to thyroglobulin (ATG) and microsomal fraction (AMS); iodine provision of the body (by excretion of iodine with urine).

The results show that thyroid pathology was detected in children of all groups. It has been established that the frequency of occurrence of thyroid pathology in children does not decrease and depends on the dose load on the thyroid gland (mainly due to iodine radionuclides) and the supply of iodine to the body. It was noted that the combined effect of ionizing radiation and endemic iodine deficiency increases the radiation effect on the thyroid gland. After taking iodine-containing drugs, a decrease in the number of subjects with iodine concentration in urine was noted in all groups. At the same time, the number of children with sufficient supply of iodine to the body increased mainly due to children with a mild degree of iodine deficiency. In order to prevent thyroid pathology, children with diffuse goiter who have undergone the combined effect of ionizing radiation and endemic iodine deficiency are recommended to use drugs and products those containing iodine.

Key words: population exposure, ionizing radiation, natural radionuclides, thyroid gland.

Однією з важливих проблем є вплив іонізуваль-ного випромінювання на щитоподібну залозу (ЩЗ). Це зумовлено тим, що в навколишнє середовище потрапили радіонукліди (РН) йоду. Після того, як РН йоду надходять в організм інга-ляційним та аліментарним шляхом, виявляючи ви-соку органотропність, вони накопичуються в тиреоцитах і залучаються в ті самі метаболічні процеси, що і стабільний йод. Потреба в йоді у людей зале-жить від їх віку та функціонального стану ЩЗ і в середньому складає до 4 мкг на 1 кг маси тіла — до 50-200 мкг/добу [12].

Радіобіологічний ефект РН йоду (21 ізотоп), що надходили в організм, залежав від їх періоду напів-розпаду ($T_{1/2}$) і дози. Більшість з них були небезпеч-ними, оскільки мали короткий $T_{1/2}$ (с, хв). Основне дозове навантаження формувалось за рахунок ін-корпорування ^{131}I ($T_{1/2}$ — 8,04дня). Разом з тим, інші короткоживучі РН йоду: ^{132}I ($T_{1/2}$ — 2,28 год), ^{123}I ($T_{1/2}$ - 2,6 год), ^{135}I ($T_{1/2}$ - 6,6 год), ^{132}I ($T_{1/2}$ - 78 год) внесли в «йодний період» додатковий вклад в опро-мінення ЩЗ — до 40-45% [14].

Серед різних груп населення, що зазнали опро-мінення, найбільш критичною популяцією є діти, їх організм, що зростає та розвивається, в 2-3 рази більш чутливий до дії іонізуючого випромінювання [1], а ЩЗ в 2-10 раз більше фіксувала РН йоду, ніж організм дорослих [7].

ЩЗ у дітей є однією з основних залоз ендокрин-ної системи, якій

належить провідна роль в нейроендокринно-імунній регуляції організму, в формуванні фізичного і психічного статусу, в регуляції нормального функціонування найважливіших органів і систем, інших залоз ендокринної системи, різних обмінних процесів та ін. Тому стан ЩЗ у дітей є індикатором їх здоров'я як в даний час, так і в майбутньому.

Частота і характер тиреоїдної патології під впливом постійної природної іонізуючої радіації формувались не тільки за рахунок іонізувального опромінення (зовнішнього і внутрішнього), але й комбінованої дії інших (екзогенних і ендогенних) факторів нерадіаційного походження (несприятливість екологія, зміни кількості і співвідношення мікроелементів в ґрунті території постійного проживання, порушення раціону, несприятливі соціально-економічні і психоемоційні фактори, захворювання різних органів і систем та ін.). Однак, одним з головних факторів, крім іонізувального опромінення, є дефіцит йоду в навколишньому середовищі.

В ендемічних щодо низького вмісту йоду районах в організм надходить менше йоду - до 35-40 мкг [4]. Внаслідок цього ЩЗ, перебуваючи в гіпотиреоїдному стані, морфофункціональної напруги, значно накопичувала РН йоду, внаслідок чого поглинута доза підвищувалася.

Дефіцит йоду в організмі посилює дію іонізувального опромінення - проявляється ефект синергізму [5]. При тривалій нестачі йоду зміни в тиреоїдній тканині не обмежуються тільки гіпертрофією і гіперплазією епітеліальних клітин. В них розвиваються ознаки часткової дистрофії, некробіозу, склерозу, а в подальшому — розвиток радіоіндукованої тиреоїдної патології, в тому числі і раку ЩЗ [13].

Захворювання ЩЗ при поєднаній дії іонізувального випромінювання і дефіциту йоду у дітей виникають частіше, в більш ранні строки і перебігають в більш тяжкій формі, ніж тільки при опроміненні або йодному дефіциті [1,8,10,11]. Враховуючи ці дані, гіперплазію ЩЗ у дітей, слід розглядати як початковий прояв її патології. Тому цей контингент дітей повинен знаходитися під постійним медичним спостереженням з проведенням їм відповідних профілактичних або лікувальних заходів.

Слід враховувати, що поряд із захворюваннями ЩЗ (дифузний, вузловий зоб, кісти, аутоімунний тиреоїдит, пухлини) нестача йоду в організмі здатна спричиняти у дітей кретинізм, глухонімоту, косякості, психомоторні та неврологічні розлади, у вагітних — викидні, аномалії розвитку плода та ін. Ліквідація дефіциту йоду має важливе медико-соціальне значення і знаходиться під постійним контролем міжнародних організацій — ВООЗ, ООН, ЮНІСЕФ та ін. З метою корекції дефіциту йоду рекомендується вживати пре-парати і продукти, що містять йод [6,17,18].

В Україні більше ніж 15 млн чоловік проживають на території з дефіцитом йоду в навколишньому середовищі. Це не тільки західні регіони, але й Дніпропетровська, Київська, Донецька, Полтавська, Кіровоградська, Луганська, Чернігівська та інші області.

Особливо актуальна ця проблема для Київської області, оскільки саме тут знаходився епіцентр аварії, понад 2/3 її території забруднені різними РН, і більша частина області ендемічна щодо низького вмісту йоду в навколишньому середовищі.

Метою роботи є вивчення впливу комбінованої дії радіації і йодного дефіциту на частоту розвитку тиреоїдної патології у дітей і заходи, спрямовані на її профілактику.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Були обстежені 182 дітей і підлітків, вони були розподілені за статтю та віком на 5 груп. До 1-ї групи увійшли діти, що переїхали до м. Кропивницький (селище Гірниче); до 2-ї - діти, які постійно проживають в цьому ж районі м. Кропивницький; до 3-ї - діти, що переїхали до м. Кропивницький проживають у 101-му мікрорайоні; до 4-ї - діти, які постійно проживають у 101-му мікрорайоні; до 5-ї - діти, які проживають у Маловисківському районі.

Обстеження проводили за єдиною програмою, до якої було включено: антропометрію; анамнес-тичні дані; розрахунок середньої поглиненої ЩЗ дози за рахунок РН йоду; ультразвукове дослідження ЩЗ; імуноферментний аналіз вмісту в крові тиреоїдних гормонів - вільного тироксину (в Т4); тиреотропного гормону гіпофіза (ТТГ); визначення антитіл до тиреоглобуліну (АТГ) і мікросомальної фракції (АМС); йодне забезпечення організму (за екскрецією йоду з сечею). Вміст І37 Cs в організмі визначали на гаммаспектрометрі WBC-101 фірми «Aloka».

Отримані результати виражали у відсотках (%). Результати досліджень статистично опрацьовували за допомогою пакету прикладних програм Statistica 6.0 (StatSoft, USA), використовуючи t-критерій Стьюдента. Відмінності вважали статистично значущими при $p < 0,05$.

Дослідження проведено відповідно до етичних принципів медичного дослідження, проведеного на людях. Робота була проведена відповідно до Кодексу етики Всесвітньої медичної асоціації (Декларація Гельсінкі).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За даними «Тиреодозиметричної паспортизації населених пунктів Кіровоградської області» діти 1-ї та 3-ї груп в «йодний період» залежно від віку отримали в середньому на ЩЗ такі дози: до 1 року-247,7 сГр; 1-3 роки - 167,6 сГр; 4-7 років - 79,8 сГр. Діти 2-ї групи отримали значно нижчі дози - в середньому від 1,7 до 24,3 сГр [9]; 4-ї групи: до 1 року - 156,5 сГр; 1-3 роки - 101,9 сГр; 3-5 років - 53,6 сГр; 5-ї групи: до 1 року - 233,9 сГр; 1-3 роки - 95,3 сГр; 4-7 років - 34,5 сГр. З наведених даних видно, що більш високі дози на ЩЗ отримали діти, вік яких становив 1-3 роки. В табл. 1 наведена частота розвитку тиреоїдної патології у дітей і підлітків.

Таблиця 1

Частота розвитку тиреоїдної патології у дітей і підлітків

Група	Кількість обстежених дітей	Кількість дітей з патологією ЩЗ (%)	Частота виявленої тиреоїдної патології (%)			
			Дифузний зоб	Вузловий зоб	Кісти	Аутоімунний тиреоїдит
1-ша	18	59,3	43,3	1,3	0,7	14
2-га	22	72,4	55	0	0,8	16,6
3-тя	28	61,8	54,8	1	0	6
4-та	38	71,6	57	1,5	2,1	11
5-та	76	56,8	51,1	0,3	0,7	4,7

Результати, представлені в табл. 1, свідчать, що тиреоїдна патологія була виявлена у дітей всіх груп (в середньому у 64,4%). Але більш високий процент відзначався у дітей 2-ї та 4-ї груп порівняно із дітьми 1,3-ї та 5-ї груп. Разом з тим, аналіз променевого навантаження на ЩЗ свідчить, що вищі дози отримали діти 1, 3, 4-ї та 5-ї груп порівняно із дітьми 2-ї групи. Ці дані дозволяють припустити, що крім радіації на ЩЗ діють і інші фактори нерадіаційного походження, які можуть посилювати дію малих доз випромінювання.

Результати визначення в крові ТТГ і Т4 свідчать, що гормональну дисфункцію відзначали в основному у дітей з тиреоїдною патологією (аутоімунний тиреоїдит, дифузний і вузловий зоб). Позитивний титр антитіл до ТГ і АМС був виявлений у 2,2% дітей з аутоімунним тиреоїдитом.

Одним з основних факторів порушення функції ЩЗ, крім радіації, є недостатність йоду в навколишньому середовищі. Об'єктивним показником забезпеченості організму йодом є визначення вмісту йоду в сечі [1,8,13].

Результати дослідження екскреції йоду з сечею у 182 дітей і підлітків (за групами) наведені в табл. 2.

Дані табл. 2 свідчать, що у 69% дітей, які проживають в 101-му мікороайоні (3-тя-4-та групи), у 57% дітей Маловисківському районі (5-та група) і у 40% - м. Кропивницький (1 -ша-2-га групи) вміст йоду в сечі був знижений і складав менше 10 мкг/дл сечі при нормі 10-100 мкг/дл. Це дозволило вважати 101-й мікороайон, Маловисківський район і м. Кропивницький (селище Гірниче) регіонами з помірним і помірно тяжким ступенем йодного дефіциту, що потребує проведення профілактичних заходів. Ступінь тяжкості йодного дефіциту оцінювали відповідно до стандартів,

рекомендованих ВООЗ [3], і Міжнародною організацією по спостереженню за йодною недостатністю (ІССШО) [2].

Таблиця 2

Результати визначення екскреції йоду з сечею

Група	Кількість обстежених дітей	Екскреція йоду з сечею (мкг/дл сечі)			
		5-10		10-100	
		Абс. число	%	Абс. число	%
1-ша-2-га	40	16	40	24	60
3-тя-4-та	66	45	69	21	31
5-та	76	43	57	33	43

Таким чином, частота виникнення тиреоїдної патології у дітей Кіровоградської області не знижується [15]. Особливо великий процент дифузного зобу виявлений у дітей, які постійно проживають в районах з дефіцитом йоду. Так, у дітей 2-ї групи йодний дефіцит відзначався у 40%, дифузний зоб - у 55%; у дітей 4-ї групи - відповідно у 69 та 55%. Ці дані свідчать, що в районах, ендемічних щодо недостатності йоду, коли ЩЗ знаходиться в гіпотиреоїдному стані через постійний недостача йоду, та постійного природного іонізуючого випромінювання. Слід також враховувати, що радіаційні ураження ЩЗ протягом тривалого часу можуть бути латентними і проявитися у віддалений період під впливом певних факторів авіаційного походження. При визначенні вмісту ¹³⁷Cs в організмі було встановлено, що у дітей і підлітків всіх груп цей вміст не перевищував допустимого рівня (3000 Бк).

Для забезпечення організму йодом з 182 були відібрані 150 дітей з дифузним зобом, яким протягом 3 міс проводили корекцію дефіциту йоду за допомогою препаратів і продуктів, до складу яких входить йод. Залежно від застосованих препаратів, хворих розподілили на 5 груп. До 1 -ї групи увійшли діти та підлітки, які отримували щоденно по 1 таблетці харчової добавки з концентрату бурої морської водорості - ламінарії, збагаченої вітамінами і мінералами, в тому числі йодом; до 2-ї - які отримували іншу харчову добавку з концентрату бурої морської водорості по 1 таблетці 2 рази на добу; до 3-ї - які щоденно вживали з їжею йодовану сіль; до 4-ї - які приймали калію йодид по 0,001 г 2 рази на тиждень; до 5-ї групи (контрольної) увійшли 30 дітей та підлітків з дифузним зобом, яким йодовану профілактику не проводили. Обстеження до лікування та через 3 міс після прийому йодовмісних препаратів проводили за тією самою програмою.

За даними ультразвукового дослідження ЩЗ середній об'єм її через 3 міс прийому препаратів майже в усіх групах не зменшився, в тому числі і в осіб контрольної групи, за виключенням дітей 1-ї групи. Так, у дітей цієї групи (віком 12-14 років) середній об'єм ЩЗ до прийому препаратів складав 14,5+2,7 см³, після — 10,3+1,8 см³. Помітної динаміки в структурних змінах ЩЗ за цей період не виявлено.

При визначенні вмісту йоду в сечі у 69,0% дітей до прийому препаратів було встановлено дефіцит йоду — вміст йоду в сечі - нижче 10 мкг/дл, причому у 28,3% з них — нижче 5 мкг/дл, що відповідає помірному і помірно тяжкому ступеню йодного дефіциту.

Після прийому йодовмісних препаратів у всіх групах відзначалося зменшення кількості обстежених з концентрацією йоду в сечі менше ніж 10 мкг/дл. Так, якщо до корекції дефіцит йоду було виявлено у 69% дітей, то через 3 міс після проведення корекції — у 43 %. Однак кількість дітей з достатнім забезпеченням організму йодом збільшувалася в основному за рахунок дітей з легким ступенем йодного дефіциту, в той час як питома вага дітей з помірним і тяжким його ступенем — практично не змінювалася. Застосування харчових добавок є більш ефективним, ніж вживання йодованої солі. Нижча ефективність йодованої солі, можливо, зумовлена недостатнім терміном вживання, неадекватністю дози або недотриманням умов зберігання.

ВИСНОВКИ

1. Частота розвитку тиреоїдної патології у обстежених дітей була виявлена у 64,4% обстежених.

2. 101-му, Маловисківський райони Кіровоградської області відносяться до регіонів, ендемічних щодо дефіциту йоду. У 63% дітей з цих районів виявлено дефіцит йоду в організмі.

3. Комбінована дія іонізуючого випромінювання і йодного дефіциту посилює радіаційний ефект відносно ЩЗ. Дефіцит йоду виявлено у 69% дітей 101-му, патологію ЩЗ - у 66,7%; у Маловисківському районі - у 57 та 56,8% відповідно.

4. Для профілактики тиреоїдної патології дітям з дифузним зобом, які зазнали комбінованої дії радіації та йодного дефіциту, крім йодованої солі, доцільно вживати препарати і продукти, до складу яких входить йод.

5. Корекцію йодного дефіциту слід проводити під контролем забезпеченості організму йодом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горленко ОМ, Пушкеш ЛЮ, Девіняк ОТ. та ін. Динамічне моделювання показників функції щитоподібної залози у дітей під впливом суплементатії комплексом йоду з селеном. Проблеми клінічної педіатрії. 2018;1(39):45–54.
2. Вадзюк СН, Юрчишин ОМ. Фізичний розвиток дітей у йододефіцитному регіоні. Вісник наукових досліджень. 2011;2:19-21.
3. Вацеба АО. Епідеміологія йододефіцитних захворювань у Карпатському регіоні

- [автореферат]. Київ; 2004. 20 с.
4. Кеч НР, Гнатейко ОЗ, Лук'яненко НС, Чайковська ГС, Дробчак МІ. Діагностика та лікування екозалежного зобу у дітей. Матеріали VI International Scientific and Practical Conference «Innovations technologies in science and practice», February 15 – 18, 2022, Haifa, Israel. С. 218-222.
 5. Білоніжка П. Геохімія біосфери = Geochemistry of the biosphere: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка; 2018:182.
 6. Ткачук ВВ., Величко ВІ., Ткачук ІВ. Йододефіцит та йододефіцитні захворювання. Ендокринологія. 2021;3:45-50.
 7. Паньків В. Ендемічний зоб (йододефіцитні захворювання). Новини медицини і фармації. 2013;8:28–31.
 8. Антоняк ГЛ. Влізло ВВ. Біохімічна та геохімічна роль йоду: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка; 2013:392.
 9. Свиридонова МА. Дефіцит йоду, формування і розвиток організму. Клінічна і експериментальна тиреоїдологія. 2014;10(1):9-20.
 10. Булдігіна ЮВ. Проблема йододефіциту: історія питання, шляхи вирішення. Клінічна ендокринологія та ендокринна хірургія. 2009;4:9-14.
 11. Скальний АВ. Рудаков М. Біоелементи в медицині. ОНІКС 21 століття, видавництво Мир, 2004:272.
 12. Горленко ОМ, Пушкаш ЛЮ, Марковцїй ЛЮ, Пірїді ВЛ, Студеняк ВМ., Белей ГМ. Екологічно залежні стани у дітей та корекція їх порушень. Проблеми клінічної педіатрії. Ужгород. 2018;35-46.
 13. Horlenko O, Pushkash L, Devinyak O, Pushkash I. Correction of iodine deficiency states and dynamic modeling of positive dynamics of indicators of thyroid functions by supplementation. EUREKA: Health Sciences. 2018;2:17–23.
 14. Маменко МС. Вплив хронічної інтоксикації сполуками важких металів на формування йододефіцитних та залізодефіцитних станів у дітей. Український журнал екстремальної медицини імені Г.О.Можаєва. 2008;9(4):116-125.
 15. Маменко МЕ. Профілактика йододефіцитних захворювань: що має знати та може зробити педіатр і лікар загальної практики? Клінічні рекомендації. Сучасна педіатрія. 2017;2(82):8-16.
 16. Докійчук ІО. Вплив йододефіциту на розвиток дітей. Матеріали V міжнародної конференції молодих учених. Харківський природничий форум., Харків, 19–20 трав. 2022 р. Харків: ХНПУ ім. Г. С. Сковороди, 2022, с. 117–118.
 17. Guidance of the monitoring of salt iodization programmes and determination of population iodine status. UNICEF, 2018:27. — Режим доступу: <https://sites.unicef.org/nutrition/files/Monitoring-of-Salt-Iodization.pdf>
 18. Лузанчук ІА. Йодний дефіцит та розміри щитоподібної залози у дітей різних регіонів України. Ендокринологія. 2002;1:141-151.
 19. Hetsel BS. Jodine-deficiency in Europe. A. Continuing Concern, New York, 1993, p. 25-35.

REFERENCES:

1. Horlenko OM, Pushkash LIu, Deviniak OT. ta in. Dynamichne modeliuвання pokaznykiv funktsii shchytopodibnoi zalozy u ditei pid vplyvom suplementatsii kompleksom yodu z selenom. Problemy klinichnoi pediatrii. 2018;1(39):45–54.
2. Vadziuk SN, Yurchyshyn OM. Fizychnyi rozvytok ditei u yododefitsytному rehioni. Visnyk naukovykh doslidzhen.2011;2:19-21.

3. Vatsaba AO. Epidemiolohiia yododefitsytnykh zakhvoriuvan u Karpatskomu rehioni [avtoreferat]. Kyiv; 2004. 20 s.
4. Kech NR, Hnateiko OZ, Lukianenko NS, Chaikovska HS, Drobchak MI. Diahnostyka ta likuvannia ekozalezhnogo zobu u ditei. Materialy VI International Scientific and Practical Conference «Innovations technologies in science and practice», February 15 – 18, 2022, Haifa, Israel. S. 218-222.
5. Bilonizhka P. Heokhimiia biosfery = Geochemistry of the biosphere: monohrafiia. Lviv: LNU imeni Ivana Franka; 2018:182.
6. Tkachuk VV., Velychko VI., Tkachuk IV. Yododefitsyt ta yododefitsytni zakhvoriuvannia. Endokrynolohiia. 2021;3:45-50.
7. Pankiv V. Endemichnyi zob (iododefitsytni zakhvoriuvannia). Novyny medytsyny i farmatsii. 2013;8:28–31.
8. Antoniak HL. Vlizlo VV. Biokhimichna ta heokhimichna rol yodu: monohrafiia. Lviv: LNU imeni Ivana Franka; 2013:392.
9. Svyrydonova MA. Defitsyt yodu, formuvannia i rozvytok orhanizmu. Klinichna i eksperymentalna tyreoidolohiia. 2014;10(1):9-20.
10. Buldyhina YuV. Problema yododefitsytu: istoriia pytannia, shliakhy vyrishennia. Klinichna endokrynolohiia ta endokryнна khirurgiia. 2009;4:9-14.
11. Skalnyi AV. Rudakov M. Bioelementy v medytsyni. ONIKS 21 stolittia, vydavnytstvo Myr, 2004:272.
12. Horlenko OM, Pushkash LIu, Markovtsii LIu, Piridi VL, Studeniak VM., Belei HM. Ekolohichno zalezhni stany u ditei ta korektsiia yikh porushen. Problemy klinichnoi pediatrii. Uzhhorod. 2018;35-46.
13. Horlenko O, Pushkash L, Devinyak O, Pushkash I. Correction of iodine deficiency states and dynamic modeling of positive dynamics of indicators of thyroid functions by supplementation. EUREKA: Health Sciences. 2018;2:17–23.
14. Mamenko ME. Vplyv khronichnoi intoksykatsii spolukamy vazhkykh metaliv na formuvannia yododefitsytnykh ta zalizodefitsytnykh staniv u ditei. Ukrainnyi zhurnal ekstremalnoi medytsyny imeni H.O.Mozhaieva. 2008;9(4):116-125.
15. Mamenko ME. Profilaktyka yododefitsytnykh zakhvoriuvan: shcho maie znaty ta mozhe zrobyty pediatr i likar zahalnoi praktyky? Klinichni rekomendatsii. Suchasna pediatriia. 2017;2(82):8-16.
16. Dokiichuk IO. Vplyv yododefitsytu na rozvytok ditei. Materialy V mizhnarodnoi konferentsii molodykh uchenykh. Kharkivskyi pryrodnychi forum., Kharkiv, 19–20 trav. 2022 r. Kharkiv: KhNPU im. H. S. Skovorody, 2022, s. 117–118.
17. Guidance of the monitoring of salt iodization programmes and determination of population iodine status. UNICEF, 2018:27. — Rezhy m dostupu: <https://sites.unicef.org/nutrition/files/Monitoring-of-Salt-Iodization.pdf>
18. Luzanchuk IA. Yodnyi defitsyt ta rozmiry shchytopodobnoi zalozy u ditei riznykh rehioniv Ukrainy. Endokrynolohiia. 2002;1:141-151.
19. Hetsel BS. Jodine-deficiency in Europe. A. Continuing Concern, New York, 1993, p. 25-35.

Стаття надійшла до редакції 07.06.2023

The article was received 07.06.2023