

В.В. Ткачук, В.І. Величко, І.В. Ткачук

Одеський національний медичний  
університет

## ЙОДОДЕФІЦИТ ТА ЙОДОДЕФІЦИТНІ ЗАХВОРЮВАННЯ

**Резюме.** Йододефіцит та його вплив на стан здоров'я, особливо дітей та вагітних, є однією із найбільш важливих проблем у світі. Метою цього огляду є аналіз матеріалів про харчові джерела йоду, наслідки його недостатності протягом усього життєвого циклу, а також стратегії контролю і моніторингу йододефіцитних розладів. У статті також розглядаються стратегії профілактики йододефіцитних захворювань.

**Ключові слова:** щитоподібна залоза, дефіцит йоду, йододефіцитні захворювання, профілактика.

Проблема йододефіциту надзвичайно актуальна і важлива для багатьох країн в усьому світі, адже дефіцит цього мікроелемента в харчуванні призводить до розвитку йододефіцитних захворювань, які є одними з найпоширеніших неінфекційних патологій у світі. Йододефіцитні захворювання (ЙДЗ) — термін, що об'єднує всі стани і порушення, зумовлені дефіцитом йоду [21].

Уже в 1993 р. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) та Дитячий фонд Організації Об'єднаних Націй (ЮНІСЕФ) рекомендували йодування солі як основний метод подолання ЙДЗ [21]. Завдяки цій стратегії багатьом державам вдалось подолати дефіцит цього мікроелемента в харчуванні або ж досягти значного прогресу в цьому напрямку. У 1999 р. ВООЗ проголосила, що усунення ЙДЗ стане таким самим тріумфом охорони здоров'я, як і перемога над натуральною віспою і поліомієлітом. Вжиті заходи дозволили в багатьох країнах майже усунути йодний дефіцит, а в деяких державах зменшити ступінь тяжкості цієї проблеми.

Проте населення низки країн досі живе в умовах недостатнього надходження йоду та має суттєвий ризик розвитку ЙДЗ. Серед них і населення України.

**Причини дефіциту йоду в навколишньому середовищі.** Йод, хімічний елемент VII групи періодичної системи Д.І. Менделєєва, належить до життєво необхідних для людини мікроелементів. Попри те, що йод незначною мірою поширений у природному середовищі, цей елемент відіграє важливу роль у геохімічних і біохімічних процесах. Назва цього елемента походить від грец. *iodes* (фіолетовий), оскільки такий колір

© В.В. Ткачук, В.І. Величко, І.В. Ткачук

мають пари йоду. Відкритий у 1811 р. Б. Куртуа йод широко, проте нерівномірно представлений в навколишньому середовищі. У природі цей мікроелемент трапляється у вигляді солей (йодидів і йодатів). У складі морської солі — переважно у вигляді йодистого натрію і йодистого магнію [1].

Дефіцит йоду виникає, коли його споживання падає нижче за рекомендовані рівні. Це екологічне явище, яке трапляється в багатьох частинах світу [21]. У процесі еволюції Землі значна кількість йоду була змита з поверхні ґрунту льодовиками, снігом, дощем і винесена вітром та річками в море. Основним резервуаром йоду є гідросфера — Світовий океан. В океанічну і морську воду йод потрапляє внаслідок дегазації мантії Землі та під час підводного виверження вулканів. Середній вміст йоду в морській воді —  $5 \times 10^{-6}\%$ . Із морської води йод поглинають усі живі організми. Вміст йоду в морських організмах коливається в межах від  $1 \times 10^{-3}$  до  $6 \times 10^{-2}\%$ . Найбільшими концентраторами йоду є морські водорості, губки, корали. У них вміст йоду досягає 1% [3].

Наземні рослини бідніші на йод, ніж морські. Вони добувають мікроелементи з ґрунту, ґрунтових вод і повітря, а ґрунти збагачуються йодом з органічних решток і продуктів життєдіяльності бактерій. Середній вміст йоду в ґрунтах —  $5 \times 10^{-4}\%$  [3].

Атмосферні опади морського походження — один із найважливіших джерел йоду на континенті, проте в глибині континенту вміст йоду в дощовій воді значно менший, ніж на морському узбережжі. У багатьох регіонах, віддалених від моря, у високогірних районах, де йод із ґрунтів вимивають промивні води, або ж у місцевостях із частими повеннями вимивання йоду від затоплення, заледеніння, ерозії виснажує поверхневі

ґрунти, залишаючи недостатню кількість цього мікроелемента в ґрунті та питній воді. Дуже мало йоду й у піщаних ґрунтах. Отже, рослини, які вирощують на таких ґрунтах, містять мало йоду, а люди та тварини, які споживають їжу, вирощену на цих ґрунтах, страждають від йододефіциту [4].

**Значення йоду.** Йод є есенціальним мікроелементом, недостатність якого проявляється широким спектром розладів.

У тілі дорослої людини міститься 15-20 мг йоду, з якого 70-80% депоновано в ЩЗ. Крім ЩЗ, акумуляція йоду відзначена в слинних і молочних залозах, матці та яєчниках, слизовій шлунка і тонкого кишечника, судинному сплетінні, вільчастому тілі ока [7, 11].

Основні функції йоду в організмі пов'язані з участю в регуляції швидкості біохімічних реакцій, обміну енергії, температури тіла, індукції підвищення споживання кисню тканинами, а також участі в регулюванні білкового, жирового, вуглеводного і водно-електролітного обмінів, регуляції диференціювання тканин, процесів росту й розвитку, зокрема нервово-психічного. Крім того, йод бере участь у регуляції обміну деяких вітамінів [6, 8].

Значення йоду для людини визначається тим, що цей мікроелемент є обов'язковим структурним компонентом гормонів ЩЗ — тироксину ( $T_4$ ), що містить 4 атоми йоду, і трийодтироніну ( $T_3$ ), до складу якого входять 3 атоми йоду. Отже, його адекватне надходження в організм є необхідним для фізіологічного синтезу й секреції тиреоїдних гормонів, які забезпечують повноцінний розвиток і функціонування людського організму.

Зокрема, тиреоїдні гормони регулюють експресію генів таких білків, як нейрогранін, нейромодулін, кальмодулінзалежна протеїнкіназа II, які беруть участь у процесах синаптичної пластичності і пам'яті [9]. Під час внутрішньоутробного розвитку тиреоїдні гормони відіграють велику роль у формуванні головного мозку, а недостатня йодна забезпеченість особливо несприятлива для плода.

**Джерела надходження йоду до організму.** До організму людини йод надходить із харчовими продуктами рослинного і тваринного походження, і лише невелика його частка надходить із водою і повітрям [8]. За все життя людина споживає 3-5 грамів йоду, що еквівалентно вмісту приблизно однієї чайної ложки.

Як видно з табл. 1, оптимальним джерелом йоду є тільки морська риба та інші морепродукти [10].

Особливо великий вміст цього елемента в деяких сортах водоростей (*Laminaria*, або «морська капуста»). Відомо, що добове споживання йоду жителями прибережних районів Японії, які щодня вживають велику кількість таких водоростей, може значно перевищувати добову потребу

**Таблиця 1. Вміст йоду в деяких продуктах харчування (на 100 г продукту) [10]**

Продукти харчування	Вміст йоду, мкг	Продукти харчування	Вміст йоду, мкг
Риба свіжа, заморожена: хек сріблястий	160,0	Хлібобулочні вироби	3,0-5,6
Пікша	150,0	Яйця курячі	20,0
Мінтай	150,0	Овочі: редис	8,0
Тріска	135,0	Буряк	7,0
Морський окунь	60,0	Картопля	5,0
Анчоус атлантичний	50,0	Морква	5,0
Горбуша	50,0	Огірки	3,0
Мойва	50,0	Капуста	3,0
Тунець	50,0	Баклажани	2,0
Камбала	50,0	Фрукти: слива	4,0
Салака	50,0	Яблука	2,0
Скумбрія атлантична	45,0	Апельсин	2,0
Оседець атлантичний	40,0	Вишня	2,0
Сардина	35,0	Виноград	8,0
Ставрида атлантична	30,0	Грецькі горіхи	3,1
Щука	5,0	Мед	2,0
Сом	5,0	М'ясо: свинина	6,6
Судак	5,0	Яловичина	7,2
Короп	5,0	Печінка (свиняча)	13,1
Креветки	110,0	Коров'яче молоко	9,0

в цьому мікроелементі і навіть призвести до розвитку йод-індукованого гіпертиреозу [16].

Кількість йоду в продуктах неморського походження незначна і не забезпечує потребу в цьому мікроелементі. Тому при низькому і нерегулярному споживанні морепродуктів неминуче виникає харчовий дефіцит йоду [2].

**Потреба в йоді.** Для утворення необхідної кількості тиреоїдних гормонів потрібне достатнє надходження йоду в організм. Добова потреба в йоді залежить від віку й фізіологічного стану людини і становить:

- 90 мкг — для дітей від 0 до 59 міс.,
- 120 мкг — для дітей від 6 до 12 років,
- 150 мкг — для підлітків старше від 12 років і дорослих,
- 250 мкг — для вагітних,
- 250 мкг — для жінок під час лактації [21].

У перерахунку на кг маси тіла діти дошкільного віку потребують більш високого споживання йоду для забезпечення нормального росту й інтелектуального розвитку. Водночас у літніх людей у зв'язку зі зниженням основного обміну речовин добова потреба в йоді менша.

Під час вагітності потреба в йоді зростає більш ніж на 50%. Це зумовлено посиленням роботи ЩЗ матері для постачання її гормонами плода в I триместрі (поки ЩЗ плода не функціонує), необхідністю забезпечувати йодом вже функціонуючу в II і III триместрах ЩЗ плода й підвищеним нирковим кліренсом йоду під час вагітності [9].

**Діагностика йододефіциту.** Оцінити споживання йоду пацієнтом лікар легко може за допомогою опитування про характер харчування. Низьке споживання морської риби та інших морепродуктів свідчить про дефіцит йоду.

Через те, що йод виводиться з організму переважно нирками, рівень екскреції йоду із сечею відображає його споживання, а класифікація йодного статусу популяції заснована на медіані концентрації йоду в сечі (медіані йодурії). Цей метод цілком зручний для дослідження й застосовується для вивчення йодного статусу у великій когорті. ВООЗ рекомендує використовувати показник йодурії для оцінки йодного статусу популяції [21].

Якщо показник медіани екскреції йоду із сечею становить 100-199 мкг/л, споживання йоду вважається адекватним, а забезпеченість йодом — оптимальною. Згідно з критеріями ВООЗ, якщо показник медіани йодурії в школярів і дорослих менше ніж 100 мкг/л, споживання йоду вважається недостатнім (табл. 2) [21].

**Таблиця 2. Епідеміологічні критерії оцінки ступеня тяжкості йододефіциту за медіаною йодурії в популяції**

Медіана йодурії, мкг/л	Споживання йоду	Епідеміологічна ситуація в регіоні
<20	Недостатнє	Важкий дефіцит йоду
20-49	Недостатнє	Помірний дефіцит йоду
50-99	Недостатнє	Дефіцит йоду легкого ступеня

Для жінок під час лактації та дітей віком до 2 років недостатнім також вважається надходження йоду в організм за медіани йодурії менше ніж 100 мкг/л [21].

Тобто, регіон вважається без йодного дефіциту, якщо середня величина медіани концентрації йоду в сечі у дітей до 2 років, школярів і дорослого населення перевищує 100 мкг/л.

За медіани йодурії 200-299 мкг/л споживання йоду є вищим за фізіологічну потребу (вищим за адекватне) [21].

Показник медіани йодурії  $\geq 300$  мкг/л свідчить про те, що споживання йоду є надмірним та існує ризик розвитку несприятливих наслідків для здоров'я (йод-індукований гіпертиреоз, гіпотиреоз, автоімунні захворювання ЩЗ) [21].

Для вагітних жінок оптимальними вважаються показники медіани йодурії в діапазоні 150-249 мкг/л (табл. 3).

**Таблиця 3. Епідеміологічні критерії ВООЗ оцінки забезпечення йодом вагітних [21]**

Медіана йодурії, мкг/л	Споживання йоду
<150	Недостатнє
150-249	Адекватне
250-499	Вище за адекватне
>500	Надмірне

Однак йодурія відображає вміст йоду, що надійшов в організм напередодні дослідження сечі, тому цей метод не підходить для оцінки довготривалого споживання йоду.

ВООЗ також запропонувала оцінювати йодний дефіцит (ЙД) за об'ємом ЩЗ, показниками тиреоїдного статусу в крові [17, 21]. За ЙД, як правило, спостерігаються більш високі рівні тиреотропного гормону (ТТГ), може розвиватися субклінічний гіпотиреоз, а в подальшому — маніфестний гіпотиреоз. Кількість тиреоглобуліну в крові залежить від маси клітин ЩЗ і рівня ТТГ. Вміст тиреоглобуліну в крові підвищується в результаті хронічної стимуляції ТТГ і гіперплазії ЩЗ, тому підвищений рівень тиреоглобуліну є маркером хронічного дефіциту йоду [2, 21].

Одним із додаткових індикаторів оцінки статусу йодного забезпечення є частота підвищення рівня ТТГ понад 5 мМО/л за даними неонатального скринінгу на природжений гіпотиреоз. У регіонах з адекватним йодним забезпеченням населення частота випадків підвищення рівня ТТГ понад 5 мМО/л не повинна перевищувати 3% [21]. Чим вищий ступінь ЙД, тим частіше порушується тиреоїдний гормоногенез матері та плода, тим вища частота неонатальної гіпертиреотропіемії [4].

Найбільш очевидним симптомом ЙД є еутиреоїдний зоб — дифузне збільшення ЩЗ без порушення її функції. Еутиреоїдний зоб є компенсаторною реакцією, що забезпечує синтез достатньої кількості тиреоїдних гормонів в умовах нестачі будівельного матеріалу — йоду. Згідно з міжнародними нормативами, у дорослих зоб діагностують при УЗД, якщо об'єм ЩЗ у жінок  $>18$  см<sup>3</sup>, у чоловіків —  $>25$  см<sup>3</sup> [2, 21]. За критичну точку поширеності тиреоїдної патології в популяції дітей віком від 6 до 12 років вибраний поріг 5%, який дозволяє врахувати той факт, що зоб може розвинути і в населення йодозабезпеченого регіону внаслідок інших причин (автоімунний тиреоїдит, вплив зобогенів тощо). Якщо частота зоба при проведенні скринінгового дослідження перевищує 5%, наявність проблем йодного забезпечення населення вважають доведеною [21]. Проте в країнах, де проводиться масова йодна профілактика ЙДЗ із застосуванням йодованої солі, не рекомендується оцінювати статус йодного забезпечення населення шляхом дослідження поширеності зоба. Це пов'язано з тим, що оцінка поширеності зоба не є чутливим індикатором впливу споживання йодованої солі населенням. Рекомендовано проводити оцінку поширеності зоба в поєднанні з визначенням медіани йодурії, яка є найкращим індикатором надходження йоду з продуктами харчування [12].

Якщо в певному регіоні за результатами епідеміологічного дослідження встановлено наявність

йодного дефіциту, у зоні ризику розвитку ЙДЗ перебуває все населення, а отже, кожен має потребу в проведенні профілактичних заходів [4].

Отже, згідно з рекомендаціями ВООЗ/ЮНІСЕФ/ICCIDD, проводиться оцінка двох груп параметрів для визначення початкового стану ЙД в обстежуваному регіоні і для контролю ефективності заходів щодо усунення його наслідків. Вони містять клінічні (розмір і структура ЩЗ за даними пальпаторного дослідження та УЗД, наявність розумової відсталості, кретинізму) і біохімічні (концентрація тиреоїдних гормонів, вміст йоду в сечі) індикатори. Також здійснюється неонатальний скринінг на природжений гіпотиреоз, що дозволяє встановити діагноз у перші дні життя дитини, вчасно призначити лікування й уникнути тяжких наслідків дефіциту тиреоїдних гормонів під час формування функцій мозку.

**Йододефіцитні захворювання.** Ці захворювання зумовлені зниженням функціональної активності ЩЗ у відповідь на ЙД та можуть бути зворотними при нормалізації вживання йоду.

Прояви ЙД залежать від його важкості та віку людини. Групами максимального ризику розвитку ЙДЗ є діти, підлітки, вагітні та матері-годувальниці [4].

В умовах помірного і вираженого ЙД відбуваються послідовні пристосувальні процеси, спрямовані на збереження функціональної активності ЩЗ (еутиреоїдного стану) [7, 12].

В умовах адекватного йодного забезпечення ЩЗ використовує лише 10% йоду, що надійшов в організм, а при хронічному ЙД інтратиреоїдне засвоєння може перевищувати 80% [4]. Оскільки поглинання йоду ЩЗ в ендемічних районах значно підвищене, залоза стає більш сприятливою до радіоактивного впливу, що мало місце після аварії на Чорнобильській АЕС.

Дефіцит йоду у вагітних і матерів-годувальниць викликає низку патологій у плода і немовляти, перерахованих в табл. 4. Найбільш частими і важкими є наслідки пошкодження головного мозку [2].

**Таблиця 4. Спектр йододефіцитних захворювань (ВООЗ, 2007) [21]**

Період життя	Потенційні прояви
Особа будь-якого віку	Зоб Гіпотиреоз Підвищення чутливості до радіації
Плід	Аборти Мертвонародження Перинатальна смертність Вроджені вади розвитку
Новонароджені	Ендемічний кретинізм із розумовою відсталістю в поєднанні з мутизмом, спастичною диплегією, косоокістю, гіпотиреозом та низькорослістю. Малюкова смертність
Діти і підлітки	Порушення ментальних функцій Відставання в психічному розвитку Йод-індукований гіпертиреоз
Дорослі	Порушення ментальних функцій Йод-індукований гіпертиреоз

У низці досліджень показано, що йодний дефіцит може призводити до зниження інтелектуального розвитку. У метааналізі досліджень, які вивчали вплив йоду на розумовий розвиток дітей до 5 років, було виявлено, що рівень коефіцієнта інтелекту (IQ) у дітей дошкільного віку, які не отримували йодопротекції, на 6,9-10,2 бала був нижчим, ніж у дітей із компенсованим ЙД [15].

До поширеної патології ЩЗ на тлі ЙД відносяться дифузний нетоксичний зоб, вузловий зоб. У зв'язку з тим, що ЙД призводить до гіперстимуляції всієї ЩЗ, процес утворення вузлів, як правило, не обмежується однією ділянкою або часткою і в результаті утворюється багатовузловий зоб.

Відомо, що не тільки зоб чи гіпотиреоз є наслідком ЙД. У людей, які мешкають у йододефіцитних регіонах, може розвинути йод-індукований тиреотоксикоз, що спостерігається переважно в людей похилого віку внаслідок формування автономно функціонуючих утворень ЩЗ на тлі тривало існуючого вузлового зоба із субклінічним гіпертиреозом [20]. Клінічні прояви гіпертиреозу можуть провокуватись швидким зростанням надходження йоду в організм незалежно від його джерела [14]. У молодому віці такі випадки поодинокі, у дітей — не спостерігаються [4].

Отже, ЙД призводить до численних негативних наслідків щодо розвитку й формування організму людини і є вкрай актуальною медичною та соціальною проблемою.

**Вирішення проблеми йододефіциту та профілактика йододефіцитних захворювань.** Вирішальне значення для розвитку головного мозку й інтелекту дитини має період від зачаття до віку 2 років, який називають «перші 1000 днів». Тому адекватне споживання йоду жінкою в період до зачаття, під час вагітності та годування груддю, а також немовлятами дозволяє дитині в подальшому житті краще реалізувати свої пізнавальні й емоційні здібності, адаптуватися в суспільстві [2, 18, 19].

ВООЗ рекомендує вагітним і жінкам у період грудного вигодовування приймати щоденну пероральну йодну добавку, щоб з урахуванням харчування загальне споживання йоду становило 250 мкг. Американська тиреоїдна асоціація рекомендує всім жінкам, які планують вагітність (оптимально за 3 місяці перед планованою вагітністю), вагітним і жінкам у період грудного вигодовування споживати 250 мкг йоду на день, для цього — доповнювати свій раціон харчування щоденною пероральною добавкою, що містить 150 мкг йоду [13].

Можна відшкодувати добову потребу в йоді за рахунок включення в раціон морепродуктів. Споживання 100-200 г морепродуктів тваринного

походження на день забезпечує повну фізіологічну потребу в йоді [2]. Проте лише незначна частина населення нашої країни щодня залучає до свого раціону рибу та інші морепродукти. До того ж неправильне зберігання продуктів (недотримання температурно-вологісного режиму в сховищах, недостатня вентиляція, багаторазове розморожування напівфабрикатів) призводить до значних втрат розчинних сполук йоду. Також до значних втрат йоду може призводити кулінарна обробка харчових продуктів.

Варто пам'ятати також, що антагоністами йоду є надлишкові кількості Co, Mn, Pb, Ca, Br, Cl, F. Посилення струмогенного ефекту спостерігається при дефіциті в людини Se, Zn, Cu. Не слід одночасно приймати добавки, що містять йод і карбонат літію. Літій знижує активність ЩЗ, а йод підсилює прояви побічних ефектів літію. Препарати, що містять Co, Mn, Br, Li і F, можуть погіршувати засвоєння йоду організмом. У всіх перерахованих випадках може розвиватися порушення обміну цього мікроелемента і його утилізації ЩЗ [7, 8].

Для подолання ЙД використовується низка методів профілактики (масова, групова, індивідуальна) [21].

Масова йодна профілактика — це профілактика в масштабі популяції, що здійснюється шляхом додавання йоду в найбільш поширені продукти харчування.

Групова йодна профілактика — це профілактика в масштабі певних груп підвищеного ризику з розвитку ЙДЗ: підлітки, вагітні та жінки-годувальниці. Здійснюється шляхом регулярного тривалого щоденного прийому препаратів, що містять фізіологічні дози йоду.

Індивідуальна йодна профілактика — профілактика в окремих осіб шляхом тривалого щоденного прийому препаратів, що містять фізіологічні дози йоду.

Масова йодна профілактика ЙДЗ вважається найефективнішим та найбільш економічним методом, який застосовується в більшості країн та досягається шляхом додавання солей йоду (калій

йодиду або йодату) до найпоширеніших продуктів харчування і розрахована на всіх жителів певного ендемічного регіону. Сполуки йоду додають у хліб, рослинну олію, молоко, воду. Але найбільш широко у всьому світі використовується йодування кухонної солі. Сіль була обрана тому, що вона широко доступна і споживається в регулярних кількостях протягом року, а також тому, що витрати на йодування надзвичайно низькі [21]. На сьогодні в Україні для збагачення солі використовується йодат калію, який є стійкою сполукою, що дозволяє зберігати йодовану сіль (масова частка йоду  $(40 \pm 15) \times 10^{-4}\%$ , або 40 мкг/г) протягом року і більше [4].

Згідно з рекомендаціями ВООЗ, одним із можливих шляхів вирішення проблеми усунення ЙД є прийняття національного законодавства із загального обов'язкового йодування солі та ефективних механізмів правозастосування [12].

За умов відсутності програм масової профілактики в країні шляхом загальної йодизації солі групи особливого ризику розвитку ЙДЗ потребують саплементації йоду шляхом призначення препаратів калію йодиду у фізіологічних дозуваннях [4].

## Висновки

1. Проблема йодного забезпечення залишається глобальною проблемою у зв'язку з широкою поширеністю і великим спектром клінічних проявів у всіх вікових періодах.

2. До основних груп ризику розвитку йододефіцитних захворювань відносяться діти перших років життя, вагітні та матері-годувальниці. Йододефіцит у цих категорій пацієнтів асоційований із безпосереднім впливом на зростання і розвиток дитини, з подальшим впливом на формування відповідного фізичного, репродуктивного та когнітивного статусу.

3. Патологію, зумовлену йодним дефіцитом, можна попередити завдяки своєчасним профілактичним заходам. Найбільш ефективною й економічно вигідною, згідно з рекомендаціями ВООЗ та ЮНІСЕФ, є масова йодна профілактика.

## Список використаної літератури

1. Антоняк ГЛ. Біохімічна та геохімічна роль йоду: монографія / ГЛ Антоняк, ВВ Влізло. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013:392 (Серія «Біологічні Студії»).
2. Беспалов ВГ. Йод и женское здоровье / ВГ Беспалов, ИА Туманян. *Consilium Medicum*. 2019;21(6):78-86.
3. Білоніжка П. Геохімія біосфери = *Geochemistry of the biosphere*: монографія / П Білоніжка. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018:182.
4. Маменко МЕ. Профілактика йододефіцитних захворювань: що має знати та може зробити педіатр і лікар загальної практики? (Клінічні рекомендації) / МЕ Маменко. *Современная педиатрия*. 2017;2(82):8-16.
5. Маменко МЕ. Причини та наслідки дефіциту йоду у харчуванні жінок і дітей / МЕ Маменко, ОВ Швець. *Современная педиатрия*. 2017;8(88):12-20.

6. Новиков ВС. Функциональное питание человека при экстремальных воздействиях / ВС Новиков, ВН Каркищенко, ЕБ Шустов. СПб: Политехника-принт, 2017:346.
7. Скальная МГ. Йод: биологическая роль и значение для медицинской практики / МГ Скальная. Микроэлементы в медицине. 2018;19(2):3-11.
8. Скальный АВ. Биозлементы в медицине / АВ Скальный, ИА Рудаков. М: ОНИКС 21 век, издательство Мир, 2004:272.
9. Свиридонова МА. Дефицит йода, формирование и развитие организма / МА Свиридонова. Клиническая и экспериментальная тиреологическая. 2014;10(1):9-20.
10. Скурихина ИМ. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. проф., д-ра техн. наук ИМ Скурихина и проф., д-ра мед. наук. МН Волгарева. 2-е изд., перераб., и доп. М.: Агропромиздат, 1987:360.
11. Dietary iodide controls its own absorption through posttranscriptional regulation of the intestinal Na<sup>+</sup>/I<sup>-</sup> symporter / JP Nicola, A Reyna-Neyra, N Carrasco, AM Masini-Repiso. *J. Physiol.* 2012;590(23):6013-6026.
12. 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>
13. Guidelines of the American Thyroid Association for the diagnosis and management of thyroid disease during pregnancy and the postpartum / EK Alexander, EN Pearce, GA Brent et al. *Thyroid.* 2017 Mar;27(3):315-389.
14. Iodine Deficiency in Europe: A continuing public health problem / WHO, United Nations Children's Fund. Geneva, Switzerland, 2007:70. — Режим доступу: [https://www.who.int/nutrition/publications/VMNIS\\_iodine\\_deficiency\\_in\\_Europe.pdf](https://www.who.int/nutrition/publications/VMNIS_iodine_deficiency_in_Europe.pdf).
15. Iodine and mental development of children 5 years old and under: A systematic review and meta-analysis / K Bougma, FE Aboud, KB Harding et al. *Nutrients.* 2013;5(4): 1384-1416.
16. Katagiri R. Effect of excess iodine intake on thyroid diseases in different populations: A systematic review and meta-analyses including observational studies / R Katagiri, X Yuan, S Kobayashi, S Sasaki. *PLoS ONE.* 2017;12(3):1-24.
17. Karwowska P. The Role of the World Health Organization in eliminating iodine deficiency worldwide / P Karwowska, J Breda. *Recent Pat. Endocr. Metab. Immune Drug Discov.* 2017;10(2):138-42.
18. Prevention and control of iodine deficiency in pregnant and lactating women and in children less than 2-years-old: conclusions and recommendations of the Technical Consultation / WHO Secretariat; M Andersson, B de Benoist, F Delange, J Zupan. *Public. Health. Nutr.* 2007; 10:1606-1611.
19. Strategies to avoid the loss of developmental potential in more than 200 million children in the developing world / PL Engle, MM Black, JR Behrman et al. *Lancet.* 2007;369:369 (9557).
20. The 2015 European Thyroid Association Guidelines on Diagnosis and Treatment of Endogenous Subclinical Hyperthyroidism / B Biondi, L Bartalena, DS Cooper et al. *Eur. Thyroid J.* 2015;4:149-163.
21. WHO. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers / WHO, UNICEF, ICCIDD. — 3rd ed. Geneva: World Health Organization, 2007:97. — Режим доступу: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43781/9789241595827\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43781/9789241595827_eng.pdf?sequence=1)

Надійшла до редакції 09.08.2021 р.

## IODINE DEFICIENCY AND IODINE DEFICIENCY DISORDERS

V.V. Tkachuk, V.I. Velichko, I.V. Tkachuk

**Abstract.** Iodine deficiency disorders are among the most significant public health problems in the world, especially among children and pregnant women, considered the highest risk population. The purpose of this review is to analyze the materials on dietary sources of iodine, the effects of iodine deficiency throughout the lifecycle, as well as strategies for control and monitoring of the iodine deficiency disorders. This article also reviews strategies for iodine deficiency disorders prevention.

**Keywords:** thyroid gland, iodine deficiency, iodine deficiency disorders, prevention.