

УДК 616-053.2:612.015.3:577.16

**О.М. Мочульська, Я.В. Рогальська, К.Т. Глушко, І.М. Горішний,
О.І. Коцюба, О.С. Карашівська, В.Г. Дживак, Ю.А. Черноמידз**

Водо- та жиророзчинні вітаміни, їхні значення в обмінних процесах, рості та розвитку дітей

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського, Україна

Modern Pediatrics. Ukraine. (2024). 7(143): 100-105. doi: 10.15574/SP.2024.7(143).100105

For citation: Mochulska OM, Rohalska YaV, Hlushko KT, Horishnyi IM, Kotsyuba OI, Karashivska OS et al. (2024). Water and fat soluble vitamins, their significance in metabolism, growth and development of children. Modern Pediatrics. Ukraine. 7(143): 100-105. doi: 10.15574/SP.2024.7(143).100105.

Вітаміни — органічні молекули, необхідні дитячому організму в невеликих кількостях для підтримання правильної метаболічної функції.

Мета — підвищити поінформованість про біологічні та клінічні ефекти вітамінів, їхні значення в метаболізмі, рості та розвитку дітей різного віку.

Вітаміни є есенціальними нутрієнтними речовинами, які практично не можуть синтезуватися в дитячому організмі в кількості, достатній для нормального функціонування, і тому мають регулярно надходити з їжею. Вітаміни містяться в невеликих кількостях у тваринній і рослинній їжі. Дефіцит кожного з вітамінів викликає специфічні метаболічні розлади в дітей. Вітаміни мають високу біологічну активність у малих дозах, проявляють властивості специфічних біологічних каталізаторів процесів обміну речовин, росту і розвитку, впливають на різні вітальні функції дитячого організму. Необхідність у вітамінах помітно зростає в дітей за умов інтенсивного росту і розвитку, за надмірного фізичного навантаження, стресу та нервово-психічного напруження, дотримання різних елімінаційних дієт з обмеженнями в продуктах харчування, після перенесення гострих інфекційних захворювань, на тлі супутніх хронічних соматичних захворювань, унаслідок застосування певних лікарських засобів, проживання в несприятливих кліматичних або екологічних умовах. Важливий моніторинг вмісту кожного з вітамінів у щоденному харчовому раціоні дітей. Відомі такі види порушення обміну вітамінів: авітаміноз, моногіповітаміноз, полігіповітаміноз, гіпо-, гіпер- і дисвітаміноз.

Висновки. Вітаміни як біологічні коферменти активують численну кількість фізіологічних реакцій, таким чином регулюючи ріст і розвиток, функції різних тканин, органів і систем. Вітаміни поліпшують адаптацію та збільшують стійкість дитячого організму до різних несприятливих екзогенних факторів. Дуже важливо, що дитячий організм не здатний синтезувати в достатній кількості та запасати всі вітаміни на тривалий час, тому повний набір вітамінів має надходити регулярно відповідно до фізіологічних потреб. Вчасний скринінг і коригування дефіциту вітамінів у дітей можуть не тільки поліпшити стан здоров'я, але й підвищити якість життя.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: вітаміни, метаболізм, ріст, розвиток, обмін речовин, діти.

Water and fat soluble vitamins, their significance in metabolism, growth and development of children

O.M. Mochulska, Ya.V. Rohalska, K.T. Hlushko, I.M. Horishnyi, O.I. Kotsyuba, O.S. Karashivska, V.H. Dzhyvak, Yu.A. Chornomydz
I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

Vitamins are organic molecules that are necessary for the child's body in small quantities to maintain proper metabolic function.

Aim — to increase awareness of the biological and clinical effects of vitamins, their importance in metabolism, growth and development of children of various ages.

Vitamins are essential nutrients that practically cannot be synthesized in the child's body in sufficient quantities for normal functioning, and therefore they must be obtained and regularly consumed with food. Vitamins are found in small amounts in animal and plant foods. The deficiency of each of the vitamins causes specific metabolic disorders in children. Vitamins have high biological activity in small doses, they show the properties of specific biological catalysts of metabolic processes, growth and development, affect various vital functions of the child's body. The need for vitamins increases markedly in children under conditions of intensive growth and development, with excessive physical exertion, stress and neuropsychological stress, following various elimination diets with food restrictions, after suffering acute infectious diseases, against the background of accompanying chronic somatic diseases, as a result taking certain medicines, living in unfavorable climatic or environmental conditions. It is important to monitor the content of each of the vitamins in the daily diet of children. The following types of vitamin metabolism disorders are known: avitaminosis, monohypovitaminosis, polyhypovitaminosis, hypo-, hyper- and dysvitaminosis.

Conclusions. Vitamins as biological coenzymes activate a large number of physiological reactions, thus regulating growth and development, functions of various tissues, organs and systems. Vitamins improve adaptation and increase the resistance of the child's body to various adverse exogenous factors. It is very important that the child's body is not able to synthesize in sufficient quantity and store all vitamins for a long time, so a full set of vitamins should be received regularly in accordance with physiological needs. Timely screening and correction of vitamin deficiency in children can not only improve health, but also increase the quality of life.

No conflict of interests was declared by the authors.

Keywords: vitamins, metabolism, growth, development, metabolic processes, children.

Вступ

Вітаміни (від латинського слова «vita» — життя) — органічні молекули, необхідні дитячому організму в невеликих кількостях для підтримання правильної метаболічної функції [2,4,5,7,9,11,12]. Вітаміни

є есенціальними нутрієнтними речовинами, які практично не можуть синтезуватися в дитячому організмі в кількості, достатній для нормального функціонування, тому мають регулярно надходити з їжею [4,5,7,11,12]. Вітаміни містяться в невеликих кількостях у тваринній і рослинній їжі. Дефіцит кожного з вітамінів

Таблиця 1

Міжнародна номенклатура та класифікація вітамінів

Міжнародна номенклатура	Хімічна назва	Лікувальний ефект
Жиророзчинні вітаміни		
A	ретинол, ретиноева кислота, дигідроретинол, аксерофтол	антиксерофтальмічний
D	кальциферол, ергокальциферол, холекальциферол, кальцитріол	антирахітичний
E	токоферол, токотрієнол	антиоксидантний, антистерильний, вітамін розмноження
F	лінолева, ліноленова і арахідонова кислота, поліненасичені жирні кислоти, есенціальні жирні кислоти, омега-3, омега-6	антисклеротичний
K	філохінон, менахінон, нафтохінон	антигеморагічний
Водорозчинні вітаміни		
C	аскорбінова кислота, дегідроаскорбінова кислота	антискорбутний
H / B ₇	біотин	антисеборейний
P	рутин, біофлавоноїди	капіляророзміцнювальний, фактор проникності
B ₁	тіамін, анейрин	антиневритний
B ₂	рибофлавін	вітамін росту
B ₃ / PP	ніацин, нікотинамід, нікотинова кислота	антипелагричний
B ₅	пантотенова кислота	антидерматитний
B ₆	піридоксин, піридоксамін, піридоксаль	антидерматитний
B ₉ / Bc	фолієва кислота, фоліацин	антианемічний, фактор росту
B ₁₂	ціанкобаламін	антианемічний
Вітаміноподібні речовини		
U	S-метилметионін	антивиразковий
N	ліпоева кислота	ліпотропний фактор
B ₄	аденін	ліпотропний фактор
B ₈	інозит	ліпотропний фактор
B ₁₀	параамінобензойна кислота	вітамін для росту мікроорганізмів
B ₁₁	холін	антисклеротичний
B ₁₃	оротова кислота	фактор росту
B ₁₅	пангамова кислота	антианоксичний
B _t	карнітин	антисклеротичний
Убіхінон	кофермент Q, коензим Q	антиоксидантний

викликає специфічні метаболічні розлади в дітей [8,11,12,14]. Вітаміни мають високу біологічну активність у малих дозах, проявляють властивості специфічних біологічних катализаторів процесів обміну речовин, росту і розвитку, впливають на різні вітальні функції дитячого організму [1,4,5,7,9]. Необхідність у вітамінах помітно зростає в дітей за умов інтенсивного росту і розвитку, за надмірного фізичного навантаження, стресу та нервово-психічного напруження, дотримання різних елімінаційних дієт з обмеженнями в продуктах харчування, після перенесення гострих інфекційних захворювань, на тлі супутніх хронічних соматичних захворювань, унаслідок застосування певних лікарських засобів, проживання в несприятливих кліматичних або екологічних умовах [1,4,5,7–9,11].

Вітаміни дуже важливі для метаболізму, росту і розвитку, здоров'я дітей. Вітаміни є досить нестійкими сполуками, можуть легко руйнуватися під впливом світла, повітря, високої і низької температур. Дотримання правильного кулінарного оброблення їжі сприяє збереженню в ній вітамінів. Діти потребують постійного

споживання з їжею вітамінів для підтримання необхідного рівня в організмі. Важливий моніторинг вмісту кожного з вітамінів у щоденному харчовому раціоні дітей. Відомі такі види порушення обміну вітамінів: авітаміноз, моногіповітаміноз, полігіповітаміноз, гіпо-, гіпер- і дисвітаміноз [2,6,8,9,11,12].

Мета дослідження — підвищити поінформованість про біологічні й клінічні ефекти вітамінів, їхні значення в метаболізмі, рості й розвитку дітей різного віку.

Відомо понад 50 вітамінів і вітаміноподібних сполук, проте з них добре вивчені тільки близько 20 (табл. 1). Спочатку вивчено біологічну роль вітамінів, а пізніше досліджено хімічну природу вітамінів. Вітаміни за міжнародною номенклатурою позначено літерами латинського алфавіту (A, D, E, F, K, B, C, PP), а пізніше вітамінам присвоєно хімічну назву та назву за біологічним і клінічним ефектами [4,5,7,8,14].

За фізико-хімічними властивостями вітаміни поділяють на три групи [4,5,7–9,13,14]:

1) водорозчинні вітаміни (C, P, B₁₂, B₉/Bc, B₇/H, B₆, B₅, B₃/PP, B₂, B₁);

Таблиця 2

Добова потреба дітей у вітамінах

Вітамін	Вікова група дітей										
	0–3 міс	4–6 міс	7–12 міс	1–3 роки	4–5 років	6 років	7–10 років	11–13 років	11–13 років	14–17 років	14–17 років
								(хлопчики)	(дівчатка)	(хлопчики)	(дівчатка)
A, мг	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,65	0,7	1,0	0,8	1,0	1,0
D, мкг	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
E, мг	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0	13,0	10,0	15,0	13,0
F, г	5,0	8,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	45,0	45,0	65,0	55,0
K, мкг	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0
C, мг	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	75,0	70,0	80,0	75,0
B ₁₂ , мкг	0,5	0,5	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4	2,0	2,0	2,0	2,0
B ₉ , мкг	25,0	40,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	160,0	150,0	200,0	180,0
B ₆ , мг	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1	1,2	1,4	1,7	1,4	2,0	1,5
B ₃ , мг	5,0	6,0	7,0	10,0	12,0	13,0	15,0	17,0	15,0	20,0	17,0
B ₂ , мг	0,4	0,5	0,6	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	1,3	1,8	1,5
B ₁ , мг	0,3	0,4	0,5	0,8	0,8	0,9	1,0	1,3	1,1	1,5	1,2

2) жиророзчинні вітаміни (A, D, E, F, K);

3) вітаміноподібні сполуки (U, N, B₄, B₈, B₁₀, B₁₁, B₁₃, B₁₅, B_t).

Властивості водо- і жиророзчинних вітамінів помітно різняться між собою. Водорозчинні вітаміни, надходячи в організм з їжею, всмокчуються і потрапляють безпосередньо в кров, а жиророзчинні вітаміни спочатку потрапляють у лімфу, пізніше — у кров. Водорозчинні вітаміни транспортуються у вільній формі, а жиророзчинним вітамінам необхідні транспортні білки крові. Тільки деякі водорозчинні вітаміни можуть депонуватися в організмі, тоді як жиророзчинні вітаміни депонуються в жировій тканині. Саме тому водорозчинні вітаміни мають регулярно і постійно надходити з їжею до дитячого організму (не рідше 1–3 діб), а споживання жиророзчинних вітамінів може бути відносно рідшим (1 раз на тиждень або місяць). Надлишок водорозчинних вітамінів легко і швидко екскретується нирками з сечею, а надлишок жиророзчинних вітамінів виводиться значно складніше з організму, тому за умови вживання в надвисоких дозах у формі харчових додатків жиророзчинні вітаміни можуть зумовлювати специфічні токсичні ефекти [5,7–9,14].

За функціональною роллю і механізмом дії вітаміни поділяють на три групи [4,6,7,9,14]:

1) *ензимовітаміни* — вітаміни, що функціонують як коферменти (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₉, B₁₂, PP, K, H);

2) *гормоновітаміни (прогормони)* — вітаміни, активні форми яких мають гормональну активність (A, D);

3) *редокс-вітаміни (антиоксиданти)* — вітаміни, що інгібують перекисне окислення (A, D, E, F, C).

Дуже важливо постійно моніторувати достатній вміст кожного з водо- і жиророзчинних вітамінів у щоденному харчовому раціоні дітей відповідно до їхнього віку. Добова потреба у вітамінах змінюється і залежить від віку дітей (табл. 2) [4–6,8,10,11,12].

Антивітаміни — хімічні речовини, яким притаманна властивість перешкоджати біологічним і клінічним ефектам вітамінів, за рахунок блокування взаємодії вітамінів із рецепторами клітин, порушення внутрішньоклітинного метаболізму, часткової або повної ферментації вітамінів, модифікації або руйнування молекул вітамінів. Антивітаміни призводять до пригнічення або повної втрати біологічної активності вітамінів, що зумовлює розвиток відповідно гіпо- або авітамінозів навіть за достатнього, повноцінного надходження вітамінів до організму [4–7,9].

Серед антивітамінів розрізняють дві групи [4,5,8,9,14]:

1) речовини, структурно хімічно подібні до вітамінів і вітаміноподібних сполук;

2) речовини, що структурно відрізняються від вітамінів, проте можуть модифікувати хіміч-

ну структуру вітамінів і пригнічувати біологічні ефекти вітамінів.

За хімічними властивостями антивітаміни поділяють на дві групи [4,5,7–9]:

- 1) *ферментні* (тіамін аза, аскорбатоксидаза);
- 2) *неферментні* (звідин, кумарини, окситіамін, лейцин).

Основні види порушення обміну вітамінів: авітаміноз, гіпо-, гіпер- і дисвітаміноз, моногіповітаміноз, полігіповітаміноз [4–7,9,14].

Авітаміноз — патологічний стан, який виникає в результаті відсутності вітаміну і/або неможливості реалізації біологічного, клінічного ефекту вітаміну в організмі, за умов майже повного виснаження ресурсу вітаміну з притаманною специфічною клінічною картиною недостатності. За генезом виділяють *екзогенний* авітаміноз, зумовлений відсутністю вітаміну в їжі, та *ендогенний* авітаміноз, спричинений порушенням обміну і засвоєння вітаміну [4–6,11,12]. Авітаміноз характеризується порушенням різних функцій організму з характерними специфічними клінічними симптомами унаслідок тривалого дефіциту одного (*моноавітаміноз*) або декількох (*поліавітаміноз*) вітамінів [2,3,6,9,11,12]. Найчастіші причини авітамінозу: відсутність вітаміну в їжі (*аліментарний*), гальмування або повне блокування всмоктування вітаміну в травній системі (*резорбційний*); порушення процесів активації, трансформації, метаболізму, зв'язування, транспортування вітаміну в клітини, тканини і органи; порушення механізмів реалізації біологічних ефектів вітаміну, зумовлених відсутністю і/або зниженням чутливості поверхні рецепторів до вітамінів; дефіцит субстратів, ферментів та інших компонентів його ефекторного механізму (*ахрестичний*); підвищене споживання або посилене руйнування вітаміну (*дисиміляційний*) в організмі [4–6,11,12].

Гіповітаміноз — патологічний стан, який характеризується зниженням рівня забезпеченості вітаміном, помітним зниженням депонування вітаміну, при чому відмічаються нерізка виражені клінічні симптоми і малоспецифічні клінічні ознаки. Гіповітаміноз виникає внаслідок зниження рівнів певного вітаміну в організмі [2–6,9,11,12]. *Екзогенний* гіповітаміноз виникає внаслідок дефіциту надходження вітаміну з їжею (*аліментарний*), йому притаманний переважно сезонний характер із латентним перебігом. *Ендогенний* гіповітаміноз буває первинним (спадковим/вродженим) і

вторинним (набутих). Первинний (спадковий/вроджений) гіповітаміноз є успадкованим і/або вродженим, спричиненим змінами в геномі, структурних змінах клітин, тканин або органів, що маніфестує в період новонародженості. Вторинний (набутий) гіповітаміноз зазвичай обумовлений такими причинами: дефіцит вітаміну в харчовому раціоні (*аліментарний*); підвищена потреба споживання вітаміну організмом за умов певних екзогенних факторів, на тлі стресу або надмірних розумових, фізичних навантажень, деяких гострих і хронічних захворювань або посиленого руйнування вітаміну (*дисиміляційний*), порушення травлення і всмоктування в шлунку і кишечнику вітаміну з їжею (*резорбційний*); розлади хімічної активації ферментами і порушення транспортування вітаміну, вітамін-специфічними транспортними білками крові до клітин, тканин та органів; розлади взаємодії з відповідними рецепторами клітин; порушення вивільнення вітаміну з комплексу «білок-вітамін», порушення внутрішньоклітинного метаболізму та реалізації ефектів вітаміну (*ахрестичний*) [4–6,11,12].

Моногіповітаміноз — патологічний стан, який характеризуються недостатністю одного вітаміну з відповідними характерними клінічними проявами [4–6,9–11].

Полігіповітаміноз — патологічний стан, який характеризуються одночасним поєднанням дефіцитом декількох вітамінів, що проявляється відповідним комплексом клінічних проявів [4,11,12].

Субклінічний гіповітаміноз — патологічний стан, який є доклінічною стадією дефіциту вітамінів, що виявляється переважно порушенням метаболічних і фізіологічних процесів, у яких бере участь вітамін зі специфічними мікросимптомами [4–6,10–13].

Гіпервітаміноз — патологічний стан, який розвивається внаслідок підвищеного надходження і/або надлишкових ефектів вітаміну в організмі. Найчастішими причинами гіпервітамінозу можуть бути: підвищене надходження з продуктами харчування вітаміну до організму, призначення вітаміну в надвисоких дозах або самостійне неконтрольоване надлишкове застосування вітаміну, неправильне зберігання і порушена технологія оброблення харчових продуктів із вмістом вітаміну, особливості харчових традицій [4,5,11,12]. Оскільки вітаміни належать до харчових речовин, то це зумовлює часте призначення комбінованих вітамінних

Таблиця 3

Критерії нормальної забезпеченості вітамінами здорових дітей за вмістом у крові

Вітамін	Нормальне значення	
	традиційні одиниці	одиниці СІ
A	30,0–80,0 мкг/дл	1,5–3,0 мкмоль/л
D	30,0–100,0 нг/мл	75–250 нмоль/л
E	0,8–1,5 мг/дл	19–35 мкмоль/л
C	0,45–1,50 мг/дл	22,7–85,5 мкмоль/л
B ₁	1,05–1,25 мкг/мл	
B ₂	5,5–20,5 нг/мл	13,5–53,5 нмоль/л
B ₃	≥40,0 мкг/мл	
B ₆	8,0–20,0 нг/мл	30,0–71,0 нмоль/л
B ₉	≥1,5 нг/мл	≥3,0 нмоль/л
B ₁₂	≥170 пг/мл	≥125 пмоль/л

препаратів із профілактичною та лікувальною метою. У зв'язку з розширенням профілактичного та особливо лікувального застосування вітамінів трапляються випадки інтоксикації цими речовинами [10–13].

Дисвітаміноз — патологічний стан, який розвивається внаслідок недостатності вмісту і/або ефектів одного або декількох вітамінів у поєднанні з гіперфектом впливу іншого або декількох вітамінів. Найчастіші причини дисвітамінозу — незбалансоване надходження до організму різних вітамінів, зміни в потребах організму в одному або декількох вітамінах, необґрунтоване застосування препаратів окремих вітамінів, вибіркоче (селективне) порушення всмоктування вітамінів у шлунково-кишковому тракті, порушення транспортування, взаємодії з рецепторами, порушення внутрішньоклітинного метаболізму окремих із вітамінів [4,5,11,12].

Оцінити забезпеченість вітамінами можна різними методами, вибір методу оцінювання залежить від хімічної природи того або іншого вітаміну, мети обстеження, характеру обстежуваного контингенту, чисельності, вибірки обстежуваних [7,8,11,12,14].

Методи оцінювання вітамінної забезпеченості [7–12,14]:

1) **клінічний** — клінічні прояви, симптоми і синдроми;

2) **біохімічний** — концентрація вітамінів у крові, екскреція із сечею, активність вітамін-залежних ферментів, визначення продуктів метаболізму вітамінів, навантажувальні тести;

3) **розрахунковий** — за вмістом вітамінів у щоденному харчовому раціоні відповідно до таблиць хімічного складу продуктів харчування, за даними калькуляційний анкет-опитувальників добових або тижневих, за меню-роз-

кладкою раціону, ваговим методом спожитих страв.

Клінічний метод оцінювання забезпеченості вітамінами є швидким, зручним, неінвазивним, не потребує спеціального технічного забезпечення, а також є фінансово малозатратним, але він не точний, оскільки субклінічні (латентні) порушення обміну складно діагностувати [4,5,7,9,11,12].

Розрахунковий метод оцінювання вмісту вітамінів у харчовому раціоні є затратним у часі, трудомісним, потребує точних даних харчового анамнезу обстежуваного; неточності цього методу можуть обумовлюватися, у разі порушення засвоєння вітамінів, умовами зберігання і способом кулінарного оброблення продуктів харчування [4,5,8,9,11,12].

Біохімічний метод оцінювання забезпеченості дає змогу встановити ступінь насичення організму вітамінами, тому отримані результати обстежених відповідно є найточнішими та найоб'єктивнішими. Вміст вітамінів або їхніх метаболітів найчастіше визначають у крові (табл. 3) [4,5,7,9,11,12,14].

Висновки

Усі вітально важливі процеси в дитячому організмі перебігають за участю водо- і жиророзчинних вітамінів. Вітаміни як біологічні кофериенти активують численну кількість фізіологічних реакцій, таким чином регулюючи ріст і розвиток, функції різних тканин, органів і систем. Вітаміни поліпшують адаптацію та збільшують стійкість дитячого організму до різних несприятливих екзогенних чинників. Дуже важливо, що дитячий організм не здатний синтезувати у достатній кількості та запасати всі вітаміни на тривалий час, тому повний набір вітамінів має надходити регулярно відповідно до фізіологічних потреб. Водночас пристосувальні можливості організму досить великі, і

протягом певного часу дефіцит вітамінів клінічно не проявляється: витрачаються вітаміни, депоновані в органах і тканинах, включаються різноманітні компенсаторні механізми обмінного характеру. Вчасний скринінг і коригування дефіциту вітамінів у дітей можуть не тільки поліпшити стан здоров'я, але й підвищити якість життя.

Перспективи подальших досліджень. Проведений аналіз сучасної наукової літератури підтверджує актуальність і необхідність наступних

досліджень біологічних та клінічних ефектів вітамінів на ріст і розвиток, метаболічні процеси в дітей. Майбутні наукові дослідження пов'язані з вивченням біологічних і клінічних ефектів вітамінів. Це дасть змогу краще зрозуміти роль вітамінів у забезпеченні оптимальної життєдіяльності дитячого організму, що сприятиме поліпшенню показників здоров'я і підвищенню якості життя дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES/ЛІТЕРАТУРА

1. Al Mahmud A, Shafayet Ahmed Siddiqui, Karim MR et al. (2023). Clinically proven natural products, vitamins and mineral in boosting up immunity: A comprehensive review. *Heliyon*, 9(4): e15292. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15292>.
2. Boyarchuk OR. (2018). Allergic manifestation of primary immunodeficiency diseases and its treatment approaches. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 11(11): 83–90. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i11.29059>.
3. Boyarchuk O, Mochulska O, Komorovsky R. (2021). Diagnosis and management of pharyngitis in children: a survey study in Ukraine. *GERMS*. 11(3): 363–371. <https://doi.org/10.18683/germs.2021.1273>
4. Chłopicka J, Paśko P. (2020). Supplements (Vitamins, Minerals, and Micronutrients). *Encyclopedia of Biomedical Gerontology*. Academic Press: 313–325. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.11369-8>.
5. Cilla A, Zanirato V, Rodriguez-Estrada MT, Garcia-Llatas G. (2014). Nutritional Hazards: Micronutrients: Vitamins and Minerals. *Encyclopedia of Food Safety*, Academic Press: 86–94. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00431-5>.
6. Combet E, Buckton C. (2019). Micronutrient deficiencies, vitamin pills and nutritional supplements. *Medicine*. 47(3): 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2018.12.004>.
7. Coxwell Matthewman M, Costa-Pinto R. (2023). Macronutrients, minerals, vitamins and energy. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 24(2): 134–138. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2022.12.009>.
8. Gush L, Shah S, Gilani F. (2021). *Macronutrients and micronutrients. A Prescription for Healthy Living*, Academic Press: 255–273. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821573-9.00023-0>.
9. Horobets AO. (2019). Vitamins and microelements as specific regulators of physiological and metabolic processes in the body of children and adolescents. *Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics*. 4(80): 75–92. [Горобець АО. (2019). Вітаміни і мікроелементи як специфічні регулятори фізіологічних та метаболічних процесів в організмі дітей та підлітків. *Український журнал Перинатологія і Педіатрія*. 4(80): 75–92]. <https://doi.org/10.15574/PP.2019.80.75>.
10. Mochulska OM. (2020). External therapy of allergic dermatoses in children (literature review). *Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics*. 4(84): 41–47. [Мочульська ОМ. (2020). Зовнішня терапія алергодерматозів у дітей (огляд літератури). *Український журнал Перинатологія і Педіатрія*. 4(84): 41–47]. <https://doi.org/10.15574/pp.2020.84.41>.
11. Mochulska OM, Boyarchuk OR, Kinash MI, Shulhai OM, Dobrovolska LI. (2022). Vitamin status as an assessment of vitamins A, E, D providing in children with allergic dermatosis. *Modern pediatrics.Ukraine*. 6(126): 55–61. [Мочульська ОМ, Боярчук ОР, Кінаш МІ, Шульгай ОМ, Добровольська ЛІ. (2022). Вітамінний статус як оцінка забезпеченості вітамінами А, Е, D в дітей з алергодерматозами. *Сучасна педіатрія. Україна*. 6(126): 55–61]. <https://doi.org/10.15574/sp.2022.126.55>.
12. Mochulska OM, Boyarchuk OR, Kinash MI, Vorontsova TO, Volyanska LA. (2021). Effects of vitamins A, E, D, disorders of their metabolism and assessment of vitamin levels in children. *Modern pediatrics.Ukraine*. 2 (114): 58–66. [Мочульська ОМ, Боярчук ОР, Кінаш МІ, Воронцова ТО, Волянська ЛА. (2021). Ефекти вітамінів А, Е, D, порушення їх обміну та оцінка рівня вітамінної забезпеченості в дітей. *Сучасна педіатрія. Україна*. 2(114): 58–66]. <https://doi.org/10.15574/SP.2021.114.58>.
13. Mochulska OM, Kosovska TM. (2020). Clinical and paraclinical features of course of allergic dermatosis in children. *Modern Pediatrics. Ukraine*. 8(112): 33–39. [Мочульська ОМ, Косовська ТМ. (2020). Клінічні та параклінічні особливості перебігу алергодерматозів у дітей. *Сучасна педіатрія. Україна*. 8(112): 33–39]. <https://doi.org/10.15574/sp.2020.112.33>.
14. Tan Y, McClements DJ. (2021). Improving the bioavailability of oil-soluble vitamins by optimizing food matrix effects: A review. *Food Chemistry*. 348: 129–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129148>.

Відомості про авторів:

Мочульська Оксана Миколаївна — д.філос., доц. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-0426-9715>.

Рогальська Яна Вячеславівна — к.мед.н., доц. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-6376-1953>.

Глушко Катерина Теодозіївна — к.мед.н., доц. каф. педіатрії №2 ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-4777-5300>.

Горішний Ігор Мирославович — к.мед.н., доц. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-7109-4652>.

Коцюба Оксана Ігорівна — к.мед.н., асистент каф. терапії і сімейної медицини ФПО ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-5400-0589>.

Карашівська Оксана Степанівна — к.мед.н., асистент каф. онкології, променевої діагностики і терапії та радіаційної медицини ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-9017-640X>.

Дживак Володимир Георгійович — д.філос., асистент каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-4885-7586>.

Чорномидз Юрій Андрійович — здобувач вищої освіти, студент 5 курсу медичного факультету ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0009-0000-1965-3173>.

Стаття надійшла до редакції 22.07.2024 р., прийнята до друку 12.11.2024 р.