

УДК 616.391:577.161]-053.2

**О.М. Мочульська, О.Р. Боярчук, М.І. Кінаш, Т.О. Воронцова, Л.А. Волянська**  
**Ефекти вітамінів А, Е, D, порушення їх обміну**  
**та оцінка рівня вітамінної забезпеченості в дітей**  
**(огляд літератури)**

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

Modern Pediatrics. Ukraine. 2021.2(114): 58-66. doi 10.15574/SP.2021.114.58

**For citation:** Mochulska OM, Boyarchuk OR, Kinash MI, Vorontsova TO, Volianska LA. (2021). The effects of vitamins A, E, D, disorders of their metabolism and the assessment of level of vitamin security in children (literature review). Modern Pediatrics. Ukraine. 2(114): 58-66. doi 10.15574/SP.2021.114.58

Вітаміни — це група біологічно високоактивних, низькомолекулярних органічних сполук різної хімічної природи, які практично не синтезуються в організмі людини або синтезуються в недостатніх для повного забезпечення кількостях, переважно надходять з їжею і є життєво необхідними для забезпечення перебігу, регуляції метаболічних процесів в організмі. Вітаміни є мікронутрієнтами, які належать до числа есенціальних факторів харчування, їх вміст у продуктах харчування невеликий, як правило, у межах від 10 мг до 100 мг на 100 г. Вітаміни мають виняткову властивість — здатність до високої біологічної активності в малих дозах, при цьому не є джерелом енергії або пластичного матеріалу, біологічні катализатори життєво-важливих функцій організму. За фізико-хімічними властивостями та розчинністю вітаміни А, Е, D належать до жиророзчинних, характеризуються термостабільністю, стійкі до дії кислот і лугів, їх основна характеристика полягає в здатності сприяти засвоєнню макро- і мікроелементів. Вітаміни А, Е, D необхідні на всіх етапах росту і розвитку дитячого організму, процесах адаптації. Основними видами порушення обміну вітамінів є авітаміноз, гіпо-, гіпер- і дисвітаміноз, полігіповітаміноз. Важливим є постійний контроль за достатнім вмістом кожного з вітамінів у повсякденному харчовому раціоні дітей. Відомі такі методи оцінки вітамінної забезпеченості: клінічний, біохімічний, розрахунок вмісту вітамінів.

**Мета** — підвищити поінформованість про ефекти вітамінів А, Е, D, їх значення в метаболізмі, проаналізувати основні види порушення їх обміну, навести можливі методи оцінки забезпеченості вітамінами в дітей.

**Висновки.** Організм дитини потребує постійного надходження вітамінів для підтримки їх кількості на необхідному рівні. Усі життєво важливі процеси перебігають в організмі за безпосередньою участю вітамінів. Майбутні дослідження в галузі вивчення ефектів вітамінів А, Е, D сприятимуть кращому розумінню їх ролі в забезпеченні оптимальної життєдіяльності організму людини. Скринінг і ліквідація дефіциту вітамінів А, Е, D у дітей зможуть не тільки поліпшити стан здоров'я, але й підвищити якість життя.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

**Ключові слова:** вітаміни А, Е, D, авітаміноз, гіповітаміноз, гіпервітаміноз, дисвітаміноз, полігіповітаміноз, діти.

**The effects of vitamins A, E, D, disorders of their metabolism and the assessment**  
**of level of vitamin security in children (literature review)**

**O.M. Mochulska, O.R. Boyarchuk, M.I. Kinash, T.O. Vorontsova, L.A. Volianska**

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

Vitamins are a group of biologically highly active, low molecular weight organic compounds of various chemical nature, which are practically not synthesized in the human body or are synthesized in insufficient quantities, mainly income with food, and are vital to ensure for the flow and regulation of metabolic processes in the body. Vitamins are micronutrients that are among the essential (essential) factors of nutrition, their content in food is small, usually in the range from 10 to 100 mg/100 g. Vitamins have an exceptional property — the ability to high biological activity in small doses, without being a source of energy or plastic material, act as biological catalysts for vital body functions. According to physicochemical properties and solubility, vitamins A, E, D belong to fat-soluble, are characterized by thermal stability, resistant to cysts and alkalis, their main characteristic is the ability to promote the assimilation of macro- and microelements. Vitamins A, E, D are needed at all stages of growth and development of the child's body, the processes of adaptation. The main types of vitamins metabolism disorders are vitamin deficiency, hypo-, hyper- and dysvitaminosis, polyvitaminosis. It is important to constantly monitor the sufficient content of each vitamins in the daily diet of children. The following methods of assessing vitamin supply are known: clinical, biochemical, calculation of vitamin content.

**Purpose** — to increase knowledge about the effects of vitamins A, E, D, their importance in metabolism, to analyze the main types of their metabolism disorders, to present possible methods for assessing the supply of vitamins in children.

**Conclusions.** The child's body needs a constant supply of vitamins to maintain their amount at the required level. All vital processes take place in the body during the direct participation of vitamins. Future research in the field of the vitamins A, E, D effects will contribute to a better understanding of their role in ensuring the optimal functioning in a human body. Screening and elimination of vitamin A, E, D deficiency in children can not only improve health, but also help increase the life quality.

No conflict of interest was declared by the authors.

**Key words:** vitamins A, E, D, vitamin deficiency, hypovitaminosis, hypervitaminosis, dysvitaminosis, polyvitaminosis, children.

**Эффекты витаминов А, Е, D, нарушение их обмена и оценка уровня витаминной обеспеченности у детей**  
**(обзор литературы)**

**О.Н. Мочульская, О.Р. Боярчук, М.И. Кинаш, Т.О. Воронцова, Л.А. Волянська**

Тернопольский национальный медицинский университет имени И.Я. Горбачевского, Украина

Витамины — это группа биологически высокоактивных, низкомолекулярных органических соединений различной химической природы, которые практически не синтезируются в организме человека или синтезируются в недостаточных для полного обеспечения количествах, преимущественно поступают с пищей, и являются жизненно необходимыми для обеспечения течения, регуляции метаболіческих процессов в организме. Витамины являются микронутриентами, относящимися к числу эссенциальных факторов питания, их содержание в продуктах питания небольшое, как правило, в пределах от 10 до 100 мг на 100 г. Витамины имеют исключительное свойство — способность к высокой биологической активности в малых дозах, при этом не являются источником энергии или пластического материала, выступают в качестве биологических катализаторов жизненно важных функций организма. По физико-химическим свойствам и растворимости витамины А, Е, D относятся к жирорастворимым, характеризуются термостабильностью, устойчивы к действию кислот и щелочей, их основная характеристика заключается в способности содействовать усвоению макро- и микроэлементов. Витамины А, Е, D необходимы на всех этапах роста и развития детского организма, процессах адаптации. Основными видами нарушения обмена витаминов являются авитаминоз, гипо-, гипер- и дисвитаминоз, полигиповитаминоз. Важным является постоянный контроль за достаточным содержанием каждого из витаминов в повседневном пищевом рационе детей. Известны следующие методы оценки витаминной обеспеченности: клинический, биохимический, расчета содержания витаминов.

**Цель** — повысить информированность об эффектах витаминов А, Е, D, их значение в метаболизме, проанализировать основные виды нарушения их обмена, привести возможные методы оценки обеспеченности витаминами у детей.

**Выводы.** Организм ребенка требует постоянного поступления витаминов для поддержания их количества на необходимом уровне. Все жизненно важные процессы протекают в организме при непосредственном участии витаминов. Будущие исследования в области изучения эффектов витаминов А, Е, D будут способствовать лучшему пониманию их роли в обеспечении оптимальной жизнедеятельности организма человека. Скрининг и ликвидация дефицита витаминов А, Е, D у детей смогут не только улучшить состояние здоровья, но и повысить качество жизни.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Ключевые слова:** витамины А, Е, D, авитаминоз, гиповитаминоз, гипервитаминоз, дисвитаминоз, полигиповитаминоз, дети.

## Вступ

Забезпечення нормальної життєдіяльності організму та підтримання належного рівня метаболічних процесів потребує постійного надходження до організму не тільки **макронутрієнтів** — білків, жирів і вуглеводів, які є важливим джерелом поживних речовин і енергії, але й ряду біологічно активних сполук — **мікронутрієнтів** [2,3,12,17]. Серед цих сполук важлива роль належить вітамінам, які є екзогенними аліментарними факторами і мають постійно надходити з продуктами харчування. Вітаміни необхідні для забезпечення різних життєво важливих функцій, пов'язаних із процесами синтезу і розкладу різних сполук, вилученням і використанням енергії, транспортуванням речовин [3,8,10]. Вітаміни та їх комплекси впливають на клітинний метаболізм, запобігають дії шкідливих чинників, стимулюють активність антиоксидантних систем захисту і забезпечують нормалізацію окисно-відновних процесів, водночас є джерелом енергії для організму, підвищують стійкість організму до дії несприятливих екзогенних факторів [1–3,8,9,12].

**Вітаміни** — група біологічно високоактивних, низькомолекулярних органічних сполук різної хімічної природи, які практично не синтезуються в організмі людини або синтезуються в недостатніх для повного забезпечення кількостях, переважно надходять з їжею і є життєво необхідними для забезпечення перебігу, регуляції метаболічних процесів в організмі [1–4,12]. Вітаміни є мікронутрієнтами, які належать до числа незамінних (есенціальних) факторів харчування, їх вміст у продуктах харчування невеликий, як правило, у межах від 10 мг до 100 мг на 100 г. Вітаміни мають виняткову властивість — здатність до високої біологічної активності в малих дозах, при цьому не є джерелом енергії або пластичного матеріалу [2,8,17]. Вітаміни, виступаючи в ролі біологічних каталізаторів, впливають на більшість життєво важливих функцій організму. Висока біологічна активність вітамінів полягає в їх участі у побудові ферментних систем в якості кофер-

ментів, які, утворюючи комплекс із білковою частиною, безпосередньо здійснюють хімічні реакції, що каталізуються даним ферментом [1–3,12]. Слід зазначити, що білковий компонент ферментів відповідає за високу специфічність їх дії. Інша важлива функція вітамінів полягає в їх участі у формуванні і функціонуванні мембран клітин і клітинних органел [3,8,12,17]. Вітаміни А, Е, D необхідні на всіх етапах росту і розвитку дитячого організму, процесах адаптації. Потреба у вітамінах значно зростає в дітей у період інтенсивного росту, під впливом певних кліматичних і погодних умов, що призводять до тривалого переохолодження, за різких перепадів температури атмосферного повітря, під час інтенсивного фізичного навантаження, нервово-психічного напруження, в разі дотримання дієти з обмеженнями, при хронічних соматичних захворюваннях, після перенесення гострих інфекцій або хірургічного втручання, за умов застосування лікарських засобів, проживання в екологічно несприятливих територіях. Стурбованість викликає і те, що кількість дітей з різним ступенем виразності вітамінної і мінеральної недостатності безперервно збільшується. Саме тому слід постійно контролювати достатність вмісту кожного з вітамінів у повсякденному харчовому раціоні дітей [2–4,12,17].

**Мета** дослідження — підвищити поінформованість про ефекти вітамінів А, Е, D, їх значення в метаболізмі; проаналізувати основні види порушення їх обміну; навести можливі методи оцінки забезпеченості вітамінами в дітей.

На сьогодні відомо понад 40 вітамінів, які традиційно поділяють на дві групи — водорозчинні й жиророзчинні. За фізико-хімічними властивостями та розчинністю вітаміни А, Е, D належать до жиророзчинних, характеризуються термостабільністю, стійкі до дії кислот і лугів, їх основна характеристика полягає в здатності сприяти засвоєнню макро- і мікроелементів. Жиророзчинні вітаміни А, Е, D здатні накопичуватися і зберігатися як депо в організмі [1–3,8,9,17]. Слід зазначити, що, на відміну від інших біологічно активних речовин, син-

тез яких відбувається в організмі в достатніх кількостях, більшість вітамінів надходить до організму з їжею. Дуже важливо, що організм людини не здатний запасати вітаміни на тривалий час, 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 [2,8,9,12].

**Антивітаміни** — хімічні речовини, які частково або повністю перешкоджають біологічним ефектам вітамінів, шляхом блокування їх взаємодії з рецепторами клітин для вітамінів, порушення внутрішньоклітинного метаболізму і ферментації, руйнування чи модифікації молекул вітамінів. Антивітаміни викликають пригнічення або повну втрату біологічної активності вітамінів і призводять до гіпо- або авітамінозів навіть за умов достатнього забезпечення організму вітамінами. Дану групу сполук об'єднує спільний характер впливу на організм, хоча механізми дії можуть суттєво різнитися [2,3,8,12].

**Основними видами порушення обміну вітамінів** є авітаміноз, гіпо-, гіпер- і дисвітаміноз, полігіповітаміноз. За генезом виділяють первинний (екзогенний, аліментарний) авітаміноз, зумовлений відсутністю вітаміну в їжі, та вторинний (ендогенний) авітаміноз, спричинений порушенням обміну і засвоєння вітаміну [2,3,8,11,12,17].

**Авітаміноз** — патологічний стан, який розвивається внаслідок відсутності в організмі вітаміну і/або неможливості реалізації його ефекту, за умов практично повного виснаження вітамінного ресурсу організму з розгорнутою клінічною картиною недостатності. Авітаміноз характеризується порушенням функцій організму з комплексом специфічних симптомів, що розвиваються внаслідок тривалої нестачі або повної відсутності одного (моноавітаміноз) чи декількох (поліавітаміноз) вітамінів [2,3,7,8,12]. Найчастіші причини авітамінозу: відсутність вітаміну в їжі (аліментарний), гальмування і блокування всмоктування вітаміну в шлунково-кишковому тракті (резорбційний), порушення активації, метаболізму, транспортування вітаміну в тканини і органи, розлади механізмів реалізації ефектів вітаміну через відсутність і/або зниження чутливості рецепторів до нього, дефіцит субстратів, ферментів

та інших компонентів його ефекторного механізму (ахрестичний), надмірне споживання чи руйнування вітаміну в організмі (дисиміляційний) [2–4,7,11,17].

**Гіповітаміноз** — патологічний стан, що характеризується зниженням рівня забезпеченості вітаміном, вираженим зниженням запасів вітаміну в організмі, при чому відмічається ряд мало специфічних і нерізно виражених клінічних симптомів, а також специфічні клінічні прояви. Гіповітаміноз розвивається внаслідок зменшення вмісту певного вітаміну (або вітамінів) в організмі [2,7,8,12,17]. Екзогенний гіповітаміноз розвивається внаслідок недостатнього надходження до організму вітаміну з їжею (аліментарний), їм властивий сезонний характер і латентний перебіг. Ендогенний гіповітаміноз може бути первинний (спадковий / вроджений) і вторинний (набутий). Первинний (спадковий / вроджений) гіповітаміноз є успадкованим і/або вродженим, зумовлений змінами в геномі, структурах клітин, тканинах або органах, що проявляється з моменту народження. Вторинний (набутий) гіповітаміноз може бути зумовлений такими причинами: недостатність вітаміну в їжі (аліментарний), підвищена потреба організму у вітаміні під впливом факторів зовнішнього середовища або при виконанні важких фізичних навантажень або при деяких захворюваннях або його руйнування (дисиміляційний), порушення травлення і вивільнення вітаміну з продуктів харчування, порушення всмоктування вітаміну в шлунку і кишечнику (резорбційний), розлади активації ферментами і транспортування вітаміну, специфічними транспортними білками крові до тканин та органів, порушення вивільнення вітаміну з комплексу білок-вітамін, розлади взаємодії з відповідними рецепторами клітин, порушення внутрішньоклітинного метаболізму та реалізації ефектів вітаміну (ахрестичний) [3,4,7,8,11].

**Полігіповітаміноз** — патологічний стан, який характеризуються одночасною поєднаною недостатністю декількох різних вітамінів із відповідною сукупністю клінічних проявів [4,7,11,12,17].

**Гіпервітаміноз** — патологічний стан, що розвивається внаслідок підвищеного надходження і/або надлишкових ефектів вітаміну в організмі. Найчастіші причини гіпервітамінозу — підвищене надходження вітаміну до організму, призначення вітаміну в неадекватно високих дозах або самостійне надлишкове застосування

вітаміну, неправильне зберігання і порушена технологія обробки харчових продуктів із вмістом вітаміну, особливості харчових традицій [7,8,12,17]. Належність вітамінів до харчових речовин призвела до широкого призначення вітамінних препаратів у профілактичних і лікувальних цілях. З розширенням профілактичного і особливо лікувального застосування вітамінів з'явилися випадки інтоксикації цими речовинами [2,3,7,8].

**Дисвітаміноз** — патологічний стан, що розвивається внаслідок недостатності вмісту і/або ефектів одного або декількох вітамінів в 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 [2,3,7,8,11,17].

**Вітамін А** (ретинол, ретиналь, дегідроретинол, ретинолева кислота) бере участь в окисно-відновних процесах, регуляції синтезу білків, сприяє нормальному обміну речовин, функції клітинних і субклітинних мембран, необхідний для росту нових клітин, уповільнює процес старіння. Попередниками вітаміну А із рослин є каротиноїди  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - та інші, їх відомо понад 500 [2,3,8,13]. Вітамін А надходить до організму з їжею у вигляді ретинолу (продукти тваринного походження) і каротиноїдів (рослинні продукти). Каротиноїди ( $\alpha$ -каротин,  $\beta$ -каротин) після потрапляння до організму здатні перетворюватися на вітамін А. Найвідоміший каротиноїд —  $\beta$ -каротин. Він є провітаміном, який у результаті окисного розщеплення в печінці перетворюється на вітамін А.  $\beta$ -каротин розщеплюється переважно в тонкому кишечнику, при цьому утворюється дві молекули вітаміну А, із кишечника вітамін А надходить до крові, у плазмі крові зв'язується з білком-переносником і транспортується до печінки — депо вітаміну А. Вітамін А має блідо-жовтий колір, який утворюється з червоного рослинного пігменту  $\beta$ -каротину. Ретинол не розчиняється у воді, він жиророзчинний, тому для його засвоєння шлунково-кишковим трактом необхідні жири, а також мінеральні речовини [2,8,12,14,17]. Для доставки вітаміну А потрібен спеціальний

білок — ретинол-трансформуючий білок, до складу якого входить Zn. З ретинолу утворюється трансретиноева кислота — прогормон. До числа ретиноїдних рецепторів відносяться рецептори стероїдних гормонів, вітаміну D, тиреоїдних гормонів, деяких простагландинів, фактора проліферації пероксидом, саме цим певною мірою можна пояснити деякі клінічні ефекти вітаміну А. Каротиноїди володіють вираженими антиоксидантними, антипроліферативними, проапоптичними, антиалергічними, імуностимулюючими властивостями. Запаси вітаміну А в організмі залишаються досить довго. Важливою перевагою  $\beta$ -каротину є його здатність накопичуватися в депо, перетворюючись під впливом ферментів у печінці і кишечнику на вітамін А лише в певних кількостях, необхідних організму на кожному етапі його функціонування. При цьому  $\beta$ -каротин не володіє такою токсичною дією, характерною при вітаміні А, і водночас є одним із найактивніших антиоксидантів [2,3,8,9,12,13].

Вітамін А необхідний для хорошого зору, здоров'я шкіри, слизових оболонок, волосся, нігтів, кісток, а також нормального функціонування ендокринної та імунної систем. Вітамін А є невід'ємною складовою процесу боротьби з інфекцією, підвищує бар'єрну функцію шкіри і слизових оболонок, збільшує фагоцитарну активність лейкоцитів і чинників неспецифічного імунітету [2,8,10,12,14]. Вітамін А захищає від інфекцій шкіри, дихальних шляхів, травного тракту, сечовидільних шляхів і статевих органів. Вітамін А бере участь у синтезі стероїдних гормонів, овогенезі й сперматогенезі, хоча є антагоністом тироксину — гормону щитоподібної залози. Відомі дослідження свідчать, що низький рівень  $\beta$ -каротину може розглядатися як фактор ризику розвитку онкологічних захворювань, його дефіцит спричиняє недиференційоване переродження епітеліальних клітин. Каротиноїди володіють також фотопротекторним ефектом. Важливою властивістю є здатність впливати на функціональний стан системи лімфоїдної тканини, асоційованої зі шкірною, яка бере участь у регуляції імунної реактивності організму в цілому. Вітамін А проявляє себе як імуностимулятор, що підвищує імунний потенціал організму незалежно від виду антигенів при первинних і вторинних імунодефіцитах [3,8–10,13,17].

Джерела тваринного походження вітаміну А (75% надходжень): жирні сорти риби (оселедець, лосось, форель, сьомга, макрель, шпроти,

скумбрія), ікра, печінка, молоко, вершкове масло, сметана, сир, яєчний жовток. Джерела рослинного походження вітаміну А (25% надходжень): зелені і жовті овочі (морква, гарбуз, томати, солодкий перець, шпинат, броколі, зелена цибуля, зелень петрушки), бобові (соя, горох), фрукти (персики, абрикоси, яблука, виноград, кавун, диня, черешня), трави і плоди (обліпиха, люцерна, листя бурячника, корінь лопуха, каєнський перець, фенхель, хміль, хвощ, ламінарія, лимонник, коров'як, кропива, овес, петрушка, м'ята перцева, подорожник, листя малини, конюшина, шипшина, шавлія, мучниця, листя фіалки, щавель) [2,3,8,12–13,17].

**Гіповітаміноз А.** Відомі два різновиди гіповітамінозу А — спадковий і набутий. Спадковий гіповітаміноз А є досить рідкісним явищем, що характеризується порушенням процесів поділу і дозрівання клітин, а також їх деструкцією. Набутий гіповітаміноз А зустрічається відносно часто, причинами можуть бути: недостатній вміст у продуктах харчування вітаміну А і/або β-каротину; незбалансоване харчування з дефіцитом білків, що погіршує засвоєння вітаміну А; обмежене вживання жирів (аліментарний); порушення всмоктування вітаміну А і/або β-каротину з їжею у шлунково-кишковому тракті на тлі захворювань шлунка, кишечника, печінки, жовчовивідних шляхів, підшлункової залози (резорбційний); порушення зв'язування і транспортування вітаміну до клітин (ахрестичний); порушення активації та метаболізму вітаміну, підвищена потреба в споживанні вітаміну організмом (дисиміляційний) [3,4,7,8,12]. Прояви гіповітамінозу А: гіперкератоз (дистрофічні зміни епідермісу — шкіра з ознаками надмірного зроговіння, бліда, суха і шорстка, з'являється дрібнопластинчасте лущення, ороговіння волосяних фолікулів, атрофія потових і сальних залоз, зміни слизових оболонок з ерозіями), випадіння і посіченість волосся, ламкість і посмугованість нігтів, гемералопія/нікталопія (зниження чіткості і гостроти зору в темний період доби внаслідок дистрофічних змін паличок сітківки), ксерофтальмія (сухість рогівки, кон'юнктиви), кератомаляція (розм'якшення і виразкування рогівки), метаплазія епітелію повітроносних шляхів (одношаровий циліндричний епітелій місцями стає багатошаровим плоским), шлунково-кишкового тракту, порушення кровотворення, дисфункція імунної системи (зниження активності нейтрофілів, макрофагів, лімфоцитів,

пригнічення антитіліндукованої відповіді плазмоцидів, синтезу інтерферону), загальна слабкість, втомлюваність [2,4,7,9,10,16]. Це обумовлено зниженням гідро-ліпідного бар'єру шкіри і слизових, зниженням секреції залоз, зниженням резистентності до мікробів, порушенням мукозальної регенерації, їх інфікуванням і запаленням з ураженням органа зору (кон'юнктивит, кератит, блефарит), дихання (риніт, бронхіт, пневмонія), травлення (гастрит, ентерит, коліт), сечовиділення (уретрит, цистит, пієлонефрит), кровотворення (дефіцитна анемія, імунодефіцити) [8–11,13].

**Гіпервітаміноз А** розвивається внаслідок передозування його препаратів, надмірного вживання в їжу продуктів, що містять велику кількість вільного вітаміну А. Прояви гіпервітамінозу А: головний біль, запаморочення, підвищення внутрішньочерепного тиску, атаксія, судоми, болючість м'язів, порушення зору, світлобоязнь і десквамація, набряк диска зорового нерва, скотома, сонливість, втома, дратівливість, сплутаність свідомості, слабкість, астенія, втрата апетиту, нудота, блювання, біль у животі, закріп і пронос, гепатомегалія, пожовтіння, висипання і виражена сухість шкіри, свербіж, тріщини з великопластинчастим лущенням, гіперпігментація долонь і підшов, виразкування слизових оболонок, жорсткість із порідінням росту волосся, алопеція, крововиливи і підвищена кровоточивість, підвищення температури тіла, біль у кістках та суглобах, деструкція хрящової і кісткової тканини, гальмування процесів остео- і хондрогенезу, остеопороз, патологічні переломи, кальцифікація внутрішніх органів, гальмування протеосинтезу, зростання мутацій з онтогенезом [2,3,8,12,14].

**Вітамін Е** (токоферол, токотрієнол) володіє вираженими антиоксидантними властивостями, гальмує перекисне вільнорадикальне окислення ліпідів. Відомі вісім сполук — 4 токоферолу (α, β, γ, δ) і 4 токотрієнолу (α, β, γ, δ), із яких α-токоферол — найбільш поширений і біологічно активний, тому вітамін Е ще називають α-токоферолом або просто токоферолом. Токоферол захищає ненасичені ліпіди клітинних мембран від окислення. Вітамін Е бере участь у біосинтезі гема і білків, у процесах тканинного дихання, перетворенні β-каротину на вітамін А. Вітамін Е — жиророзчинний вітамін, тобто розчиняється і залишається в жирових тканинах тіла, тим самим зменшуючи потребу в споживанні великих кількостей вітаміну

[2,4,12,17,18]. Вітамін Е захищає клітинні структури від руйнування вільними радикалами як антиоксидант, необхідний для регенерації тканин, пришвидшує загоєння ран, поліпшує циркуляцію крові, захищає ендотелій судин, забезпечує нормальне згортання крові і кровотворення, перешкоджає тромбоутворенню, сприяє збагаченню крові киснем, знижує кров'яний тиск, захищає червоні кров'яні тільця, підтримує трофіку нервів і м'язів, міокарда, бере участь у синтезі гормонів, поліпшує репродуктивну функцію, підтримує імунітет, трофіку клітин, збільшує витривалість організму до різних навантажень. Вітамін Е поліпшує пружність шкіри, корисний при захворюваннях органа зору, яєчників, матки, молочних залоз, імунної, нервової, ендокринної системи [3,4,8,9,18].

Джерела вітаміну Е: рослинні олії (соняшникова, соєва, бавовняна, арахісова, кукурудзяна, арахісова, соєва, обліпихова), горіхи (грецький, мигдаль, фундук, кеш'ю), бобові (горох, басоля, арахіс), м'ясо, жир, яйця, молоко, масло, злакові, крупи (гречка) [2,3,5,8,12,17].

**Гіповітаміноз Е.** Первинний гіповітаміноз Е розвивається за умов недостатності вітаміну в раціоні, а також у дітей за недостатнього вживання білка (аліментарний). Вторинний гіповітаміноз Е зазвичай виникає при: зниженні всмоктування з їжею (резорбційний) на тлі захворювань органів травлення (гастрит, ентерит, коліт, панкреатит муковісцидоз, гепатит, холецистит, ферментопатії); порушенні зв'язування через дефекти токоферолзв'язуючого білка, транспортуванні, активації та метаболізму вітаміну (ахрестичний); підвищеній потребі в споживанні вітаміну організмом і/або руйнуванні (дисиміляційний) [3,4,7,8,12,18].

Прояви гіповітамінозу Е: зниження зору, ретинопатія, слабкість, підвищена дратівливість, апатія, запаморочення, астения, швидка втомлюваність, розгубленість, сухість, запалення і пігментація шкіри, зниження пружності й еластичності тканин, захворювання статевої системи, підвищений гемоліз еритроцитів із розвитком гемолітичної анемії, креатинурія, відкладання надлишку сфінголіпідів у м'язах, ураження суглобів, демієлізація аксонів нейронів у центральній нервовій системі і на периферії, що зумовлює мозочкову атаксію, периферичні невропатії, порушення пропріоцептивної чутливості, м'язова гіпотонія і дистрофії, ушкодження ендотелію судин, підвищена проникливість і ламкість капілярів, розлади кровообігу,

кровоточивість та зміни жирового обміну [2,4,5,8,11,18].

**Гіпервітаміноз Е** розвивається внаслідок передозування його препаратів, надмірного вживання в їжу продуктів, що містять велику кількість вільного вітаміну Е. Прояви гіпервітамінозу Е: порушення зору, запаморочення, головний біль, нудота, блювання, пронос, біль у животі, порушення травлення, гепатомегалія, м'язова слабкість, втомлюваність, підвищена кровоточивість, тромбофлебії і тромбоемболії, понаднормове зростання рівнів статевих гормонів (естрогенів, андрогенів) з відповідними ефектами. У помірних дозах токоферол є імуностимулятором, що активує як гуморальний, так і клітинний імунітет, що підвищує резистентність організму до інфекції, а в разі введення великих доз вітаміну Е (100 мг/кг/добу) у дітей чинить імуносупресивний ефект. Високі дози вітаміну Е збільшують ризик раптової смерті [2,3,5,8,9,12,18].

**Вітамін D** (холекальциферол, ергокальциферол, кальцитріол, дигідроергокальциферол) відноситься до групи структурно-подібних з'єднань — похідних стероїдів. До організму людини вітамін D потрапляє у формі ергокальциферолу (D<sub>2</sub>) з рослинною їжею та холекальциферолу (D<sub>3</sub>), що міститься в продуктах тваринного походження. Вітамін D<sub>2</sub> (ергокальциферол) може надходити до організму тільки з їжею [1,2,5,6,8,17]. Вітамін D<sub>3</sub> (холекальциферол) в організмі людини синтезується в шкірі у невеликих кількостях головним чином після інсоляції, зокрема, унаслідок впливу ультрафіолетових променів (275–310 нм) із провітаміну 7-дигідрохолестеролу. Дослідження показали, що світліша шкіра та колір волосся, поширені серед населення, яке мешкає на територіях із меншим впливом сонячного світла, мають оптимізоване утворення цього вітаміну в організмі. Про це свідчить виявлення великої кількості рецепторів до вітаміну D у ділянках геному з генетичними особливостями, більш типовими для європеїдної та монголоїдної рас, на відміну від негроїдної раси. Обидва вітаміни (D<sub>3</sub> і D<sub>2</sub>) незначно різняться за хімічною структурою і мають подібні етапи метаболізму [3,5,8,12,15,19].

Вітамін D є унікальним, оскільки він єдиний, що діє і як вітамін, і як гормон. Вітамін D — група біологічно активних речовин, що регулюють обмін кальцію з фосфором, стимулюють ріст і формування кісток, беруть участь у регуляції тканинного дихання та окисно-відновних

процесах. Біологічний ефект вітаміну D полягає в стимуляції транспортування кальцію і, як результат, фосфатів у стінці кишечника і ниркових каналцях. Спільно з паратгормоном і тирокальцитоніном вітамін D регулює рівень кальцію і фосфатів у плазмі крові, а також насичення кальцієм кісток. Вітамін D впливає на мінеральний обмін і сприяє відкладенню кальцію в кістковій тканині і зубах, таким чином, перешкоджаючи остеомаліції, остеопорозу [3,5,6,8,12,17]. Як вітамін він підтримує рівень неорганічного фосфору і кальцію в плазмі крові на рівні, вищому за порогове значення, і поліпшує всмоктування кальцію в тонкій кишці, реабсорбцію фосфору і кальцію в ниркових каналцях. Надходячи до організму, вітамін D всмоктується за умови, що їжа містить жири, у проксимальному відділі тонкого кишечника, причому обов'язково за наявності жовчі. Основні етапи метаболізму та активні форми вітаміну D утворюються в печінці, нирках. Вітамін D не є біологічно активним, поки він не зазнає активації — дві ферментативні реакції гідроксилування. Перша відбувається в печінці, друга — в нирках. Транспортується лімфатичними шляхами, накопичується в печінці і вже з неї після зв'язування зі специфічними транспортними білками розподіляється по інших органах і тканинах із кровообігом [1,2,5,6,8,15].

Основний ефект вітаміну D полягає в його впливі на баланс сироваткового кальцію і фосфатів, що має першорядне значення для нормальної мінералізації кісткової тканини, м'язового скорочення, здійснення нервової провідності та багатьох інших клітинних функцій. Головними регуляторами обміну кальцію і фосфору, поряд з активним метаболітом вітаміну D, є паратиреоїдний гормон і кальцитонін, мішенями для яких слугує кісткова тканина, м'язи, нирки і кишечник. Вітамін D підтримує міцність кісткової тканини, підвищує імунітет, необхідний для функціонування щитоподібної, підшлункової залози з продукцією інсуліну, печінки, серцево-судинної, нервової, м'язової, сечовидільної систем, шлунково-кишкового тракту, системи згортання крові. Існує велика кількість доказів на користь активації вітаміну D-рецепторів на моноцитах, макрофагах, дендритних клітинах і лімфоцитах, що має важливе значення для контролю як природженого, так і набутого імунітету, діє як імуномодулятор, орієнтований на різні клітини імунної системи [8,9,12,15,16]. Дефіцит вітаміну D

підвищує ризик розвитку аутоімунних хвороб. Одна з важливих функцій вітаміну D в організмі — стимуляція вироблення природних антибіотиків широкого спектра дії — каталіцидину і дефензину. Доведено участь вітаміну D у статевому розвитку, регуляції репродуктивної функції [3,6,8,9,15,19].

Джерела вітаміну D: жирні сорти риби (оселедець, лосось, форель, сьомга, макрель, шпроти, скумбрія), печінка, яйця, вершкове масло, сметана, молоко, сир, хліб, дріжджі, горіхи (грецький, мигдаль, фундук, кеш'ю), гриби [1–3,5,6,8,17].

**Гіповітаміноз D.** Враховуючи два основні шляхи потрапляння вітаміну D до організму, дефіцит цього вітаміну може виникнути в умовах неадекватно низького синтезу в шкірі під впливом сонячних променів або за недостатнього надходження з продуктами харчування. Гіповітаміноз D буває вродженим і набутиим. Набутий гіповітаміноз D обумовлений недостатнім надходженням вітаміну до організму з їжею (аліментарний), порушенням всмоктування з їжею (резорбційний), зв'язуванням, транспортуванням, активацією та метаболізмом вітаміну (ахрестичний), надмірним споживанням чи руйнуванням вітаміну в організмі (дисиміляційний) або недостатнім його синтезом у шкірі під дією сонячних променів, підвищеною потребою в споживанні вітаміну організмом [4,5–7,11,15]. Рівень вітаміну D може знижуватися з віком через зменшення його синтезу шкірою. Застосування сонцезахисного крему і темна пігментація шкіри також зменшують синтез вітаміну D у шкірі. Спадковий гіповітаміноз D викликаний дефектами генів, що кодують поліпептиди, які беруть участь у метаболізмі вітаміну [2,3,6,8,12]. Прояви гіповітамінозу D: рахіт у дітей, остеомаліція, остеопороз, декальцифікація кісток із частими патологічними переломами, затримка прорізування зубів з ушкодженням емалі, дентину, м'язова гіпотонія, тривожність, порушення сну, пітливість, депресія, часті інфекційні захворювання, злоякісні пухлини, алергічні захворювання. Рахіт у дітей характеризується гальмуванням мінералізації кісткової тканини, яке викликане порушенням фосфорно-кальцієвого обміну, порушенням формування елементів кісткової тканини та її розм'якшенням (остеомаліцією) або розростанням (остеопроліферація), утворенням на межі кістки і хряща потовщень, що супроводжується деформаціями черепа, грудної клітки, рук, ніг і хребта,

Таблиця

**Критерії нормальної забезпеченості вітамінами організму практично здорових дітей за концентрацією в крові**

Вітамін	Показник	Нормальні значення	
		масова концентрація вимірні Міжнародні системні одиниці (CI), Système International (SI)	молярна концентрація вимірні Міжнародні системні одиниці (CI), Système International (SI)
<b>A</b>	Концентрація ретинолів у плазмі крові	30–80 мкг/дл	1,0–2,8 мкмоль/л
<b>E</b>	Концентрація токоферолів у плазмі крові	0,8–1,5 мг/дл	19–35 мкмоль/л
<b>D</b>	Концентрація 25(ОН)D-гідроксикальциферолу в сироватці крові	30–100 нг/мл	75–250 нмоль/л

розм'якшенням плоских кісток черепа, пізнім закриттям тім'ячок і швів [4,5,7,9,11,19].

**Гіпервітаміноз D.** Причини гіпервітамінозу D: гостре або хронічне надлишкове введення до організму препаратів вітаміну, застосування вітаміну у фізіологічних дозах, але за генетично обумовленої підвищеної чутливості до вітаміну. Прояви гіпервітамінозу D: втрата апетиту, нудота, блювання, біль у животі, закреп, метеоризм, схуднення, головний біль, нервозність, сонливість, висипання на шкірі, свербіж, фоточутливість, ринорея, кон'юнктивіт, гіпертермія, гіперкальціємія, кальцифікація внутрішніх органів, біль у м'язах, кістках і суглобах, оніміння з тремором рук і ніг, м'язова слабкість, поліурія, полідипсія, уремія (унаслідок ниркової недостатності, нерідко є причиною загибелі пацієнтів), порушення функції печінки з жовтяницею, підвищений артеріальний тиск і серцеві аритмії (внаслідок збільшення вмісту кальцію в крові, клітинах стінок судин і міокарда), серцева недостатність (наслідок кальцифікації клапанів серця і/або стенозу аорти та перевантаження міокарда), геморагії і порушення згортання крові, зміни психоневрологічного статусу циклічного характеру (млявість, пригніченість стану, сонливість, які змінюються періодами збудження, підвищеної рухової активності), можливі навіть втрата свідомості, кома і розвиток гіперкальціємічних клоніко-тонічних судом [2,3,5,6,8,9,15].

**Методи оцінки вітамінної забезпеченості** залежать як від природи того чи іншого вітаміну, так і від мети обстеження, характеру обстежуваного контингенту, його чисельності, вибірки обстежуваних [2,3,8,12].

**Методи оцінки вітамінної забезпеченості** [1 3,8,17]:

1) клінічна оцінка — клінічні прояви, симптоми і синдроми;

2) біохімічні методи — концентрація вітамінів у крові, екскреція із сечею, активність віта-

мінзалежних ферментів і ступінь їх активації, накопичення продуктів метаболізму, навантажувальні тести;

3) розрахунок вмісту вітамінів у раціоні — за таблицями хімічного складу харчових продуктів, за меню-розкладкою, за даними анкет-опитувальників характеру харчування добових чи тижневих, ваговим методом спожитих страв.

Клінічна оцінка забезпеченості вітамінами є швидкою, зручною, не інвазивною, не потребує технічного забезпечення або фінансових затрат, проте не завжди є точним методом, оскільки латентні (субклінічні) порушення обміну неможливо діагностувати. Розрахунок вмісту вітамінів у раціоні є затратним у часі, трудомістким, потребує точних даних харчового анамнезу обстежуваного, неточності цього методу можуть бути зумовлені, в разі порушення засвоєння спожитих вітамінів, особливостями зберігання і способом термічної обробки продуктів. Біохімічні методи оцінки забезпеченості дають змогу встановити ступінь насичення організму вітамінами, тому отримані результати обстежених відповідно є найточнішими та найбільш об'єктивними [1–3,8,12]. Визначення вмісту вітамінів А, Е, D або їх метаболітів проводиться в плазмі / сироватці крові, сечі (табл.).

### Висновки

Організм дитини потребує постійного надходження вітамінів для підтримки їх кількості на необхідному рівні. Усі життєво важливі процеси перебігають в організмі за безпосередньою участю вітамінів. Вітаміни входять до складу понад 100 ферментів, які активують величезну кількість реакцій, беручи участь у регуляції функцій різних тканин, органів і систем, сприяють підтримці захисних сил організму, підвищують його опірність дії різних чинників довкілля. Своєчасна діагностика, профілактика

порушень обміну вітамінів, індивідуальний підбір вітамінних препаратів і правильна їх корекція мають стати пріоритетним напрямом у роботі педіатрів. Майбутні дослідження в галузі вивчення ефектів вітамінів А, Е, Д сприятимуть кращому розумінню їх ролі в забезпеченні опти-

мальної життєдіяльності організму людини. Скринінг і ліквідація дефіциту вітамінів А, Е, Д у дітей можуть не тільки поліпшити стан здоров'я, але й підвищити якість життя.

*Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.*

## REFERENCES/ЛІТЕРАТУРА

- Boyarchuk OR, Dobrovol'ska LI, Kinash MI, Shulhai OM, Hlushko KT, Horishnyi IM. (2019). Survey assessment of vitamin D and calcium dietary intake in children with somatic pathology. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 88 (5): 53–62. [Боярчук ОР, Добровольська ЛІ, Кинаш МІ, Шульгай АМ, Глушко ЕТ, Горішний ІМ. (2019). Оцінка алиментарної забезпеченості дітей с соматическої патологією вітаміном D і кальцієм по результатам опроса. *Вопросы питания*. 5: 53–62]. URL: [https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/articles\\_diet/739.html?SSr=110134622314ffffff27c\\_07e5020b0e0b14-57d6](https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/articles_diet/739.html?SSr=110134622314ffffff27c_07e5020b0e0b14-57d6). doi: 10.24411/0042-8833-2019-10054.
- Chlopicka J, Pasko P. (2020). Supplements (Vitamins, Minerals, and Micronutrients). *Encyclopedia of Biomedical Gerontology*. Academic Press: 313–325. doi: 10.1016/B978-0-12-801238-3.11369-8. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128012383113698>.
- 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. doi: 10.1016/B978-0-12-378612-8.00431-5. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123786128004315>.
- Combet E, Buckton C. (2019). Micronutrient deficiencies, vitamin pills and nutritional supplements. *Medicine*. 47 (3): 145–151. doi: 10.1016/j.mpmed.2018.12.004. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1357303918303098>.
- Economos CD, Moore CE, Hyatt RR, Kuder J, Chen T, Meydani SN, Meydani M, Klein E, Biancuzzo RM, Holick MF. (2014). Multinutrient-Fortified Juices Improve Vitamin D and Vitamin E Status in Children: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 114 (5): 709–717. doi: 10.1016/j.jand.2013.07.027. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S22122671213011830>.
- Ellison DL, Moran HR. (2020). Vitamin D: Vitamin or Hormone? *Nursing Clinics of North America*: 129–148. doi: 10.1016/j.cnur.2020.10.004. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029646520300827>.
- Fares S, Sethom MM, Khouaja Mokrani C, Jabnoun S, Feki M, Kaabachi N. (2014). Vitamin A, E, and D Deficiencies in Tunisian Very Low Birth Weight Neonates: Prevalence and Risk Factors, *Pediatrics & Neonatology*. 55 (3): 196–201. doi: 10.1016/j.pedneo.2013.09.006. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875957213001800>.
- Gush L, Shah S, Gilani F. (2021). Chapter 23 — Macronutrients and micronutrients. *A Prescription for Healthy Living*, Academic Press: 255–273. doi: 10.1016/B978-0-12-821573-9.00023-0. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128215739000230>.
- Kinash MI, Boyarchuk OR. (2020). Fat-soluble vitamins and immunodeficiency: mechanisms of influence and opportunities for use. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 89 (3): 22–32. [Кинаш МІ, Боярчук ОР. (2020). Жирорастворимые витамины и иммунодефицитные состояния: механизмы влияния и возможности использования. *Вопросы питания*. 89 (3): 22–32]. URL: [https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/articles\\_diet/784.html?SSr=130134622314ffffff27c\\_07e5020b0e0d19-5bec](https://www.voprosy-pitaniya.ru/ru/articles_diet/784.html?SSr=130134622314ffffff27c_07e5020b0e0d19-5bec). doi: 10.24411/0042-8833-2020-10026.
- Lyubomirskaya ES, Kamyshnyi AM, Krut1 Ya, Smiianov VA, Fedoniuk LYa, Romanyuk LB, Kravets NYa, Mochulska OM. (2020). SNPs and Transcriptional Activity of Genes of Innate and Adaptive Immunity at the Maternal Fetal Interface in Woman with Preterm Labour, Associated with Preterm Premature Rupture of Membranes. *Wladomosci Lekarskie*. 73 (1): 25–30. URL: <https://wiadlek.pl/wp-content/uploads/2020/03/WLek202001104.pdf>. doi: 10.36740/WLek202001104.
- Martinez Moneo E, Stigliano S, Hedstrom A, Kaczka A, Malvik M, Waldthaler A, Maisonneuve P, Simon P, Capurso G. (2016). Deficiency of fat-soluble vitamins in chronic pancreatitis: A systematic review and meta-analysis. *Pancreatology*. 16 (6): 988–994. doi: org/10.1016/j.pan.2016.09.008. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1424390316312054>.
- Mason JB. (2012). 225 — Vitamins, Trace Minerals, and Other Micronutrients. *Goldman's Cecil Medicine (Twenty Fourth Edition)*: e47 e56. doi: org/10.1016/B978-1-4377-1604-7.00558-3. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781437716047005583>.
- Mendu VV, Nair KP, Athe R. (2019). Systematic review and meta-analysis approach on vitamin A fortified foods and its effect on retinol concentration in under 10 year children. *Clinical Nutrition ESPEN*. 30: 126–130. doi: org/10.1016/j.clnesp.2019.01.005. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457718306272>.
- Nkhata SG, Chilungo S, Momba A, Mponela P. (2020). Biofortification of maize and sweetpotatoes with provitamin A carotenoids and implication on eradicating vitamin A deficiency in developing countries. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2: 100 168. doi: org/10.1016/j.jafr.2020.100068. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154320300491>.
- Peng J, Liu Y, Xie J, Yang G, Huang Z. (2020). Effects of vitamin D on drugs: Response and disposal. *Nutrition*. 74: 110–174. doi: org/10.1016/j.nut.2020.110734. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899900720300174>.
- Pidruchna SR, Melnyk NA, Mochulska OM, Horishnyi IM, Sheremet MI. (2019). Dynamics of indicators of cellular immunity in conditions of acute generalized peritonitis in rats. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 9 (6): 4663 4666. URL: <https://biointerfaceresearch.com/wp-content/uploads/2019/11/2069583796663666.pdf>. doi: org/10.33263/BRIAC96.663666.
- Tan Y, McClements DJ. (2021). Improving the bioavailability of oil-soluble vitamins by optimizing food matrix effects: A review. *Food Chemistry*. 348: 129 148. doi: org/10.1016/j.foodchem.2021.129148. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814621001503>.
- Torquato P, Marinelli R, Bartolini D, Giusepponi D, Cruciani G, Siragusa L, Galarini R, Sebastiani B, Gioiello A, Galli F. (2020). Chapter 24 — Vitamin E: metabolism and molecular aspects. *Molecular Nutrition*, Academic Press: 487 518. doi: org/10.1016/B978-0-12-811907-5.00020-8. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128119075000208>.
- Zhang X, Liu Z, Xia L, Gao J, Xu F, Chen H, Du Y, Wang W. (2020). Clinical features of vitamin D deficiency in children: A retrospective analysis. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 196: 105 121. doi: org/10.1016/j.jsbmb.2019.105491. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960076019302316>.

## Відомості про авторів:

**Мочульська Оксана Миколаївна** — к.мед.н., асистент каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського НМУ імені І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <http://orcid.org/0000-0002-0426-9715>.

**Боярчук Оксана Романівна** — д.мед.н., проф., зав. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського НМУ імені І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-1234-0040>.

**Кинаш Марія Ігорівна** — к.мед.н., доц. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського НМУ імені І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-4380-977X>.

**Воронцова Тамара Олександрівна** — к.мед.н., доц. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського НМУ імені І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-5434-7064>.

**Волянська Любов Августинівна** — к.мед.н., доц. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського НМУ імені І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0001-5447-8059>.

Стаття надійшла до редакції 02.11.2020 р., прийнята до друку 05.03.2021 р.