

УДК 616-053.2:612.015.3:577.161

**О.М. Мочульська, І.Б. Чорномидз, Н.І. Ярема, Н.М. Гаврилюк,
Б.М. Паласюк, В.Л. Назарук, Я.В. Рогальська, Н.О. Давибіда**

Жиророзчинні вітаміни, їхнє значення в обмінних процесах, рості та розвитку дітей різного віку

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

Modern Pediatrics. Ukraine. (2024). 5(141): 73-79. doi: 10.15574/SP.2024.5(141).7379

For citation: Mochulska OM, Chornomydz IB, Yarema NI, Gavryliuk NM, Palasiuk BM, Nazaruk VL. et al. (2024). Fat-soluble vitamins, their significance in metabolic processes, growth and development of different age children. Modern Pediatrics. Ukraine. 5(141): 73-79. doi: 10.15574/SP.2024.5(141).7379.

Вітаміни є низькомолекулярними сполуками з характерною високою біологічною активністю різноманітної хімічної природи, які мають дуже різноманітний склад, будову і фізико-хімічні властивості. На відміну від макронутрієнтів (білків, жирів і вуглеводів), мікронутрієнти володіють високою біологічною активністю, хоча не є джерелом енергії або пластичного матеріалу.

Мета — підвищити поінформованість про біологічні і клінічні ефекти жиророзчинних вітамінів А, D, Е, F, К, їхнє значення в обмінних процесах, рості та розвитку дітей.

За фізико-хімічними властивостями вітаміни класифікують на водо- і жиророзчинні. До жиророзчинних вітамінів належать А, D, Е, F, К. Жиророзчинні вітаміни володіють властивістю специфічних біологічних каталізаторів (коферментів) і регуляторів різних обмінних процесів і функцій у дитячому організмі, збалансованої роботи усіх його органів і систем. Жиророзчинні вітаміни регулюють і впливають на клітинний метаболізм, стимулюють активність антиоксидантних систем захисту і забезпечують нормалізацію окисно-відновних процесів, підвищують стійкість організму до дії несприятливих зовнішніх факторів. Вітаміни А, D, Е, F, К дуже важливі для росту і розвитку, підтримання здоров'я дітей та підлітків. Жиророзчинні вітаміни необхідні для забезпечення гемопоезу, регуляції функцій шкіри, слизових оболонок, органів чуття, нервової, ендокринної і серцево-судинної систем, шлунково-кишкового тракту.

Висновки. Вітаміни А, D, Е, F, К є екзогенними есенціальними аліментарними факторами, які мають постійно надходити з продуктами харчування відповідно до фізіологічних потреб дітей. Усі життєво важливі процеси перебігають у дитячому організмі за безпосередньої участі жиророзчинних вітамінів. Жиророзчинні вітаміни активують різні біологічні реакції, виступають у ролі біорегуляторів різних функцій у тканинах, органах і системах, підтримують протекцію та адаптацію дитячого організму, підвищують опірність до екзогенних факторів. Своєчасне якісне діагностування, профілактика дисбалансу жиророзчинних вітамінів у дітей, індивідуальне підбирання вітамінних препаратів і правильне їх коригування мають бути пріоритетними в роботі педіатрів. Превентивний скринінг і ліквідація дефіциту жиророзчинних вітамінів у дітей можуть не тільки поліпшувати стан здоров'я, але й підвищувати якість життя.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

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

Fat-soluble vitamins, their significance in metabolic processes, growth and development of different age children

**О.М. Mochulska, I.B. Chornomydz, N.I. Yarema, N.M. Gavryliuk, B.M. Palasiuk,
V.L. Nazaruk, Ya.V. Rohalska, N.O. Davybida**

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

Vitamins are low-molecular compounds with characteristic high biological activity of various chemical nature, which have a very diverse composition, structure, and physicochemical properties. Unlike macronutrients (proteins, fats and carbohydrates), vitamins are micronutrients, they have high biological activity, although they are not a source of energy or plastic material.

Aim — to increase awareness of the biological and clinical effects of fat-soluble vitamins A, D, E, F, K and their importance in metabolic processes, growth and development of children.

According to vitamins physical and chemical properties, there are classify into fat-soluble and water-soluble. Fat-soluble vitamins are related: A, D, E, F, K. Fat-soluble vitamins have the property of specific biological catalysts (coenzymes) and regulators of various metabolic processes and functions in the child's body, balanced work of all its organs and systems. Fat-soluble vitamins regulate and affect cellular metabolism, stimulate the activity of antioxidant protection systems and ensure the normalization of redox processes, increase the body's resistance to adverse external factors. Vitamins A, D, E, F, K are very important for growth and development, maintaining the health of children and teenagers. Fat-soluble vitamins are necessary to ensure hematopoiesis, regulation of functions of the skin, mucous membranes, sense organs, nervous, endocrine, cardiovascular systems, gastrointestinal tract.

Conclusions. Vitamins A, D, E, F, K are exogenous essential nutritional factors that must be constantly supplied with food in accordance with physiological needs of children. All the vital processes take place in the child's body with the direct participation of fat-soluble vitamins. Fat-soluble vitamins activate various biological reactions, act as bioregulators of various functions in tissues, organs and systems, support protection and adaptation of the child's body, increase resistance to exogenous factors. Timely high-quality diagnosis, prevention of imbalance of fat-soluble vitamins in children, individual selection of vitamin preparations and their correct correction should be priorities in the work of pediatricians. Preventive screening and elimination of deficiency of fat-soluble vitamins in children can not only improve health, but also improve the quality of life.

No conflict of interests was declared by the authors.

Keywords: fat-soluble vitamins, metabolism, metabolic processes, growth, development, children.

Вступ

Вітаміни є низькомолекулярними сполуками з характерною високою біологічною активністю різноманітної хімічної природи, які мають дуже різноманітний склад, будову і фізико-хімічні властивості. Вітаміни майже не синтезуються в організмі дитини або синтезуються в недостатніх для повноцінного забезпечення кількостях, переважно надходять з їжею і є життєво важливими для забезпечення перебігу, регуляції метаболічних процесів [3,4,7,8,10]. На відміну від макронутрієнтів (білків, жирів і вуглеводів), мікронутрієнти володіють високою біологічною активністю, хоча не є джерелом енергії або пластичного матеріалу [5,6,10,11,13]. За фізико-хімічними властивостями вітаміни класифікують на водо- і жиророзчинні [4,6–8]. До жиророзчинних вітамінів належать А, D, Е, F, К. Жиророзчинні вітаміни зазвичай депонуються в організмі, тому їхній дефіцит, зумовлений аліментарними факторами, виникає значно рідше порівняно з водорозчинними вітамінами. Засвоєння жиророзчинних вітамінів прямо залежить від адекватного споживання жирів, їхнього нормального травлення та абсорбції [3–6,9,11]. Жиророзчинні вітаміни володіють властивістю специфічних біологічних каталізаторів (коферментів) і регуляторів різних обмінних процесів і функцій у дитячому організмі, збалансованої роботи усіх його органів і систем. Жиророзчинні вітаміни регулюють і впливають на клітинний метаболізм, стимулюють активність антиоксидантних систем захисту і забезпечують нормалізацію окисно-відновних процесів, підвищують стійкість організму до дії несприятливих зовнішніх факторів [1,3,5,8,12,13]. Вітаміни А, D, Е, F, К дуже важливі для росту і розвитку, підтримання здоров'я дітей та підлітків. Жиророзчинні вітаміни необхідні для забезпечення гемопоезу, регулювання функцій шкіри, слизових оболонок, органів чуття, нервової, ендокринної і серцево-судинної систем, а також шлунково-кишкового тракту [1,2,6–8,12,13].

Мета роботи — підвищити поінформованість про біологічні і клінічні ефекти жиророзчинних вітамінів А, D, Е, F, К, їхнє значення в обмінних процесах, рості та розвитку дітей.

На сьогодні відомо понад 40 вітамінів (табл.) [3,4,6–8,13].

Вітамін А (ретинол, ретиналь, ретинолева кислота, дегідроретинол, аксерофтол, анти-

ксерофтальмічний) входить до складу біологічних мембран, тому впливає на їхні функції, бере участь в обміні ліпідів, амінокислот, білків, глікопротеїдів, глікозаміногліканів, вуглеводів, окисно-відновних процесах, нормалізує метаболізм, необхідний для регенерації та росту клітин. Вітамін А може надходити аліментарно у формі ретинолу (тваринні продукти) і каротиноїдів (рослинні продукти) [4,8–11]. А-провітаміни — каротини (α -, β -, γ -ізомери) містяться в рослинах і тваринних продуктах, трансформуються в організмі на вітамін А. β -каротин розщеплюється переважно в тонкому кишечнику, трансформується і накопичується в печінці. Вітамін А блідо-жовтого кольору, утворюється з червоного β -каротину. Ретинол є жиророзчинним, саме тому для його засвоєння травною системою необхідні жири, а також мінеральні речовини [3,4,7,8,13]. Вітамін А транспортується за допомогою ретинолтрансформуючого білка, у складі якого міститься цинк. З вітаміну А утворюється трансретиноева кислота — прогормон. До числа ретиноїдних рецепторів належать рецептори до тиреоїдних і стероїдних гормонів, деяких простагландинів, вітаміну D, фактора проліферації пероксидом, чим обумовлені і пояснені деякі клінічні ефекти вітаміну А. Важливою перевагою β -каротину є його здатність накопичуватися в депо, перетворюючись під впливом ферментів у печінці і кишечнику у вітамін А тільки у визначених дозах, потрібний дитячому організму на всіх етапах росту та розвитку [3,4,8,10,11].

Каротиноїди володіють вираженими антиоксидантними, антипроліферативними, проапоптичними, антиалергічними, імуностимулювальними властивостями. Вітамін А відповідає за нормальне функціонування тканин епітелію шкіри та слизових оболонок. Відомо, що слизові оболонки функціонують як захисний бар'єр від інфекцій, тому їхній якісний стан визначає імунітет людини [1,3,4,7–11]. Вітамін А поліпшує бар'єрну функцію слизових оболонок і шкіри, стимулює фагоцитарну активність лейкоцитів і факторів неспецифічного захисту імунітету, проявляючи себе як імуностимулятор [1,5,6,9,11]. Важливою властивістю вітаміну А також є можливість впливати на функцію лімфоїдної тканини, асоційованої зі шкірною, що бере участь у регуляції імунної реактивності організму в цілому. Вітамін А потрібний для шкіри, слизових оболонок, волосся, нігтів, органа зору, кісток, нормального функціону-

Таблиця

Номенклатура жиророзчинних вітамінів

Міжнародна номенклатура	Хімічна назва	Лікувальний ефект
<i>Жиророзчинні вітаміни</i>		
А	ретинол, ретиналь, ретиноева кислота, дигідроретинол, аксерофтол	антиксерофтальмічний
Д	кальциферол, ергокальциферол, холекальциферол, кальцитріол	антирахітичний
Е	токоферол, токотрієнол	антиоксидантний, антистерильний, вітамін розмноження
Ф	лінолева кислота, ліноленова кислота, арахідонова кислота, поліненасичені жирні кислоти, есенціальні жирні кислоти, омега-3, омега-6	антисклеротичний
К	філохінон, менахінон, нафтохінон	антигеморагічний

вання ендокринної, нервової, серцево-судинної та імунної систем. Вітамін А захищає від інфекцій шкіри, дихальних шляхів, травного тракту, сечовидільної системи і статевих органів, бере участь у синтезі стероїдних гормонів, овогенезі і сперматогенезі. Відомі дослідження свідчать, що низький рівень вітаміну А може розглядатися як фактор ризику розвитку онкологічних захворювань, його дефіцит призводить до недиференційованого переродження епітеліальних клітин. Важливою функцією вітаміну А є його участь у синтезі хондроїтинсульфатів кісткової тканини та інших видів сполучної тканини. Каротиноїди накопичуються в сітківці і беруть участь в її функціонуванні. Каротиноїди володіють фотопротекторним ефектом від ультрафіолетових променів [7,9–12].

Добова потреба дітей у вітаміні А залежно від віку становить 0,4–1,0 мг. 1 ретиноловий еквівалент (РЕ) відповідає 1 мкг ретинолу, а 1 мкг ретинолу еквівалентний 3,3 міжнародним одиницям (МО) [3,4,7,8,10,11].

Джерела тваринного походження вітаміну А (75% надходжень) — риба (форель, сьомга, оселедець, лосось, скумбрія, макрель, шпроти), ікра, яєчний жовток, печінка, молочні продукти (молоко, вершкове масло, сметана, сир).

Джерела рослинного походження вітаміну А (25% надходжень) — червоно-помаранчеві овочі (морква, гарбуз, томати, солодкий перець) і зелень (шпинат, броколі, зелена цибуля, петрушка, салата, щавель), бобові (соя, горох), червоно-помаранчеві фрукти (персик, абрикос, яблуко, кавун, диня, виноград, черешня) [3,4,7,8,10,11].

Гіповітаміноз вітаміну А розвивається внаслідок тривалого незбалансованого, переважно білкового харчування, нестачі вітаміну в їжі, особливо в зимово-весняний період, при захворюваннях шлунково-кишкового тракту [3,4,6,8,9,11]. Клінічні прояви гіповітамінозу

вітаміну А — сухість шкіри і гіперкератоз ліктів і колін, фолікулярний гіперкератоз, гноячкові ураження шкіри, вугрі, зміни слизових оболонок з ерозіями, посіченість і випадіння волосся, ламкість і посмугованість нігтів, гемералопія (зниження гостроти сутінкового зору), ксерофтальмія (сухість рогики, кон'юнктиви), кератомалачія (розм'якшення і виразкування рогики), метаплазія епітелію дихальних шляхів, шлунково-кишкового тракту, порушення кровотворення, дисфункція імунної системи (знижується активність нейтрофілів, макрофагів, лімфоцитів, пригнічується антитілоіндукована відповідь плазмоцидів, синтез інтерферону) зі схильністю до інфекційних захворювань, підвищення ризику виникнення новоутворень, астенія, втомлюваність [1,3–5,7,10,11]. Наведене зумовлене порушенням гідроліпідного бар'єру слизових оболонок і шкіри, зниженням резистентності до мікробів, порушенням мукозальної регенерації, їхнім інфікуванням і запаленням з ураженням органа зору (кон'юнктивіт, кератит, блефарит), дихання (риніт, бронхіт, пневмонія), травлення (гастрит, ентерит, коліт), сечовиділення (уретрит, цистит, пієлонефрит), кровотворення (дефіцитна анемія, імунодефіцит) [1,4,7–10].

Гіпервітаміноз вітаміну А може виникати в результаті передозування препаратів вітаміну А, вживання понад норму продуктів, які містять велику кількість вільного вітаміну А. Найчастіше причиною є лікування препаратами вітаміну А в добових дозах понад 50 000 МО. Клінічні прояви гіпервітамінозу вітаміну А — виражена сухість шкіри, гіперемія і свербіж, крововилив, тріщини з великопластинчастим лущенням шкіри на губах, долонях і стопах, себорея, виразкування і підвищена кровоточивість слизових оболонок, жорсткість із порідінням волосся, алопеція, гіпертермія, головний біль, запаморочення, дратівливість, збудженість, сплутаність

свідомості, гідроцефалія, сонливість або безсоння, атаксія, судоми, болючість м'язів, двоїння в очах, порушення зору, світлобоязнь, втрата апетиту, нудота, блювання, біль у животі, закріп і діарея, гепатомегалія, псевдожовтяниця, біль у кістках і суглобах, деструкція хрящової і кісткової тканини, гальмування процесів остео- і хондрогенезу, остеопороз, патологічний перелом, кальцифікація внутрішніх органів, зростання мутацій з онтогенезом, астенія [3,4,7,8,10,11].

Вітамін D (кальциферол, холекальциферол, ергокальциферол, кальцитрол, дигідроергокальциферол, антирахітичний) належить до групи структурно-подібних з'єднань — похідних стероїдів D₁, D₂, D₃. До організму дитини вітамін D може надходити як ергокальциферол (D₂) з їжею рослинного походження та холекальциферол (D₃) з їжею тваринного походження. Вітамін D₂ (ергокальциферол) може всмоктуватися в організм тільки з їжею [3,4,7,8,10,11]. Вітамін D₃ (холекальциферол) в організмі людини також може синтезуватися в шкірі після інсоляції на сонці в результаті впливу ультрафіолетових променів (275–310 нм) у невеликих кількостях. Саме тому вітамін D також ще називають «вітаміном сонячного світла». Вітаміни D₃ і D₂ піддаються ланцюгу метаболічних трансформацій для переходу в активну форму [3,4,6,9,11]. Надходячи до організму, вітамін D всмоктується в тонкому кишечнику за умов, що їжа містить жири, в присутності жовчі. Вітамін D стає біологічно активним у результаті ферментативної реакції гідроксилювання, що відбувається двоетапно в печінці та нирках. Транспортується лімфатичними шляхами, депонується в печінці, а після зв'язування зі специфічними транспортними білками розподіляється по інших органах і тканинах із кровообігом [3,4,8,10,13].

Вітамін D є унікальним тим, що проявляє властивості вітаміну та гормону. Вітамін D регулює обмін кальцію з фосфором, стимулює ріст і формування кісток, бере участь у регуляції тканинного дихання та окисно-відновних процесах. Біологічний ефект вітаміну D полягає в стимуляції транспорту кальцію і, як наслідок, фосфатів у стінці кишечника і в ниркових каналцях. Вітамін D разом із паратгормоном і тирокальцитоніном регулює обмін кальцію і фосфору, впливає на їхній рівень у плазмі крові та кістках. Вітамін D чинить регулювальний вплив на мінеральний обмін, поліпшує відкладання кальцію в кістках, перешкоджаючи

остеопорозу та остеомаліції [3,4,6–8,10,11]. Найвагомий фізіологічний ефект вітаміну D проявляється як вплив на баланс кальцію і фосфатів, що має першорядне значення для нормальної мінералізації кісткової тканини, м'язового скорочення, здійснення нервової провідності і багатьох інших клітинних функцій. Вітамін D підвищує міцність кісткової тканини, поліпшує імунітет, потрібний для нормального функціонування серцево-судинної, нервової, м'язової, ендокринної, сечовидільної системи, шлунково-кишкового тракту, гемостазу. Численна кількість досліджень підтверджує активацію рецепторів вітаміну D на макрофагах, дендритних клітинах, моноцитах, лімфоцитах, що надзвичайно важливо для функціонування природженого і набутого імунітету. Вітамін D проявляє імуностимулювальні властивості, оскільки впливає на різні клітини імунної системи [1,3,6–8]. За дефіциту вітаміну D зростає ризик виникнення аутоімунних захворювань. Вітамін D може стимулювати вироблення природних антибіотиків широкого спектра дії — каталіцидину і дефензиву [1,3,4,9,10].

Добова потреба дітей у вітаміні D залежно від віку становить 8–2,5 мкг [3,4,7,8,10,11].

Джерела вітаміну D — риба (форель, оселедець, сьомга, лосось, шпроти, макрель, скумбрія), яйця, молочні продукти (молоко, вершкове масло, сметана, сир), хліб, горіхи (мигдаль, грецький, каш'ю, фундук), печінка, гриби [3,4,7,8,10,11].

Гіповітаміноз вітаміну D, враховуючи два основні шляхи надходження вітаміну D до організму, його дефіцит може виникати в умовах неадекватно низького синтезу в шкірі під впливом сонячних променів або за дефіциту в харчовому раціоні. Гіповітаміноз D за генезом може бути вродженим і набути. Гіповітаміноз D набутий частіше зумовлений недостатнім надходженням вітаміну до організму з їжею, порушенням його всмоктування з їжею, зв'язування, транспортування, активації та метаболізму вітаміну, надмірним споживанням чи руйнуванням вітаміну в організмі або недостатнім його синтезом у шкірі під дією сонячних променів, а також підвищеною потребою в споживанні вітаміну організмом [2–4,7,8,10,11]. Рівень вітаміну D може знижуватися з віком через зменшення його синтезу шкірою. Застосування сонцезахисного крему і темна пігментація шкіри також послаблюють синтез вітаміну D у шкірі.

Гіповітаміноз D спадковий виникає в результаті дефектів генів, які кодують поліпептиди, що беруть участь в обміні вітаміну [2,4–6,11]. Клінічні прояви гіповітамінозу вітаміну D – рахіт у дітей, остеомаліяція та остеопороз в пубертатному віці, декальцифікація кісток із частими патологічними переломами, затримка прорізування зубів з ушкодженням емалі, дентину, міатонія, порушення сну, депресія, повторні інфекційні захворювання, злоякісні пухлини, алергічні захворювання. Рахіт у дітей характеризується гальмуванням мінералізації кісткової тканини, що викликано порушенням обміну кальцію і фосфору, зміни елементів кісткової тканини з розм'якшенням її (остеомаліяцією) або розростанням (остеопроліферацією), що проявляється деформаціями черепа, грудної клітки, рук, ніг і хребта [3–5,7–9,11].

Гіпервітаміноз вітаміну D може бути обумовлений такими причинами, як гостре або хронічне надлишкове введення в організм препаратів вітаміну D, застосування вітаміну у фізіологічних дозах, але за генетично обумовленої підвищеної чутливості до вітаміну [4,6,7,10,11,13]. Клінічні прояви гіпервітамінозу вітаміну D – втрата апетиту, нудота, блювання, біль у животі, закріп, метеоризм, схуднення, головний біль, 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 астения, поліурія, полідипсія, уремія, порушення функції печінки із жовтяницею, підвищений артеріальний тиск і серцеві аритмії, серцева недостатність і кальцифікація клапанів серця, геморагії і порушення згортання крові, зміни психоневрологічного статусу циклічного характеру – млявість, пригніченість, сонливість, які змінюються періодами збудження, нервозності, підвищеної рухової активності, можливі втрата свідомості, кома і розвиток клоніко-тонічних судом [1,2,4–6,10].

Вітамін E (токоферол, токотрієнол, антистерильний, вітамін розмноження, антиоксидантний) 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). Вітамін E бере участь у процесах, перетворенні β -каротину у вітамін A [3,4,7,8,10,11]. Вітамін E захищає ненасичені ліпіди клітинних мембран від окислення, необхідний для регенерації тканин, пришвидшує загоєння ран,

поліпшує мікроциркуляцію, проявляє ендотелійпротекторний ефект, нормальний гемостаз і гемопоез, запобігає тромбоутворенню, знижує кров'яний тиск, сприяє збагаченню крові киснем, захищає червоні кров'яні тільця, підтримує трофіку нервів і м'язів, міокарда, бере участь у синтезі гормонів, підвищує репродуктивну функцію, підтримує імунітет, трофіку клітин, тканинне дихання, посилює витривалість організму до різних навантажень. Вітамін E підвищує тургор шкіри, поліпшує зір, важливий для нормального функціонування молочних залоз, яєчників, матки, ендокринної, імунної і нервової систем [1,4,9–12].

Добова потреба дітей у вітаміні E залежно від віку становить 3–15 мг [3,4,7,8,10,11].

Джерела вітаміну E – рослинні олії (соняшникова, соєва, бавовняна, арахісова, кукурудзяна, соєва, обліпихова, оливкова, лляна), горіхи (грецький, мигдаль, фундук, кеш'ю), бобові (горох, квасоля, арахіс, соя), м'ясо, жир, яйця, молочні продукти (молоко, масло), риба (тріска, палтус, судак, скумбрія, оселедець), креветки, кальмари, крупи (перлова, вівсяна, гречана, кукурудзяна) [3,4,7,8,10,11].

Гіповітаміноз вітаміну E. Первинний гіповітаміноз E розвивається за недостатності в раціоні, а також у дітей за недостатнього вживання білка в харчуванні. Вторинний гіповітаміноз E зазвичай виникає за зниження всмоктування з їжею на тлі захворювань шлунково-кишкового тракту, порушення зв'язування через дефекти токоферолзв'язуючого білка, порушення транспортування, активації та метаболізму вітаміну або за підвищеної потреби в споживанні організмом і/або руйнування вітаміну [3,4,6,7,9–11]. Клінічні прояви гіповітамінозу вітаміну E – зниження зору, ретинопатія, зниження пружності і еластичності шкіри, астения, втомлюваність, апатія, підвищена дратівливість, запаморочення, розгубленість, сухість, запалення і пігментація шкіри, дисфункція статевої системи, підвищений гемоліз еритроцитів із проявами 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, гіпореклексія, дизартрія, гіпоестезія, міастенія і дистрофії, міалгія, артралгія, підвищена проникливість і ламкість капілярів, кровоточивість, розлади кровообігу, зміни жирового обміну, розвиток

гепатонекрозів і нефротичного синдрому [1,3,4,8–10].

Гіпервітаміноз вітаміну Е виникає внаслідок передозування препаратів вітаміну Е, вживання продуктів із надмірним вмістом вільного вітаміну Е. Клінічні прояви гіпервітамінозу вітаміну Е — порушення сутінкового зору, запаморочення, астенія, втомлюваність, головний біль, нудота, блювання, пронос, біль у животі, диспепсія, гепатомегалія, міастенія, підвищена кровоточивість, тромбофлебіт і тромбоемболія, зростання вище норми рівнів статевих гормонів (естрогенів, андрогенів) з відповідними ефектами. У помірних дозах токоферол є імуностимулятором, що активує як гуморальний, так і клітинний імунітет, підвищує резистентність організму до інфекції, а після введення великих доз вітаміну Е (100 мг/кг на добу) у дітей проявляє імуносупресивний ефект [1,3,4,8,7,10,11].

Вітамін F (омега-3, омега-6, лінолева, ліноленова, арахідонова кислота, есенціальні жирні кислоти, поліненасичені жирні кислоти, антисклеротичний) є незамінним аліментарним фактором, оскільки він не синтезується в організмі. Поліненасичені жирні кислоти (важливий складовий компонент біомембран) беруть участь у пластичних процесах, підтримують нормальне функціонування мембран клітин, беруть участь у перетворенні холестеролу в холевій кислоти та виведенні їх з організму, проявляють ендотелійпротекторний ефект, підвищують еластичність і зменшують проникність судин, впливають на ендокринні залози. Дуже вагомим біологічною функцією вітаміну F є його участь у синтезі простагландинів (тканинних гормонів), які є медіаторами запальних та алергічних реакцій [3,4,6–8,10,11].

Добова потреба дітей у вітаміні F залежно від віку становить 2–6 г [3,4,7,8,10,11].

Джерела вітаміну F — олія оливкова, авокадо, риба, ікра, сир, мигдаль, арахіс, фісташки, грецький і кедровий горіх [4,6,7,10,11].

Вітамін К (філохінон, нафтохінон, менахінон, антигеморагічний) є групою гідрофобних і ліпофільних вітамінів, які життєво важливі для синтезу білків крові, факторів згортання крові. Вітамін К забезпечує нормальний рівень коагуляції. Існують такі форми вітаміну К: К₁, К₂, К₃, К₄, К₅, К₆, К₇. Вітамін К важливий для утворення оптимальної кількості протромбіну. Фізіологічна роль вітаміну К полягає в активації факторів згортання крові II (протромбіну), VII (проконвертину), IX (фактора Крістмаса),

X (фактора Стюарта–Правера) у печінці шляхом карбоксилювання залишків глутамінової кислоти. Вітамін К частково синтезується мікрофлорою кишечника. Вітамін К відіграє значну роль у згортанні крові, обміні речовин у кістках і сполучній тканині, сприяє засвоєнню кальцію та забезпечує взаємодію кальцію і вітаміну D, бере участь у метаболізмі серця, легень, нирок, забезпеченні всіх клітин енергією за рахунок анаболічної дії [3,4,7,8,10].

Добова потреба дітей у вітаміні К залежно від віку становить 5–65 мкг [3,4,7,8,10,11].

Джерела вітаміну К — зелень люцерни, шпинат, салата, цвітна і білокачанна капуста, картопля, гарбуз, томати, печінка, горіхи, рослинні олії, шипшина, горобина.

Гіповітаміноз вітаміну К типовий для новонароджених, а в дорослих він виникає на тлі основного захворювання. Найчастішими причинами гіповітамінозу можуть бути порушення синтезу кишковою мікрофлорою вітаміну К, розлад процесу всмоктування вітаміну К, порушення функції печінки при гепатиті, цирозі. У перші 3 до 5 днів життя новонароджених кишечник ще не заселений мікрофлорою, здатною синтезувати вітамін К у достатній кількості, тому в дітей у перші доби життя може виникати геморагія [3–5,8,10]. Клінічні прояви гіповітамінозу вітаміну К — геморагічний синдром (кровотеча з ясен, носа, шлунково-кишкова кровотеча, внутрішньошкірний та підшкірний крововиливи), що зазвичай супроводжує основне захворювання [4,6,7,10,11].

Гіпервітаміноз вітаміну К виникає тільки в новонароджених із характерним розвитком гемолізу еритроцитів. Причини гіпервітамінозу вітаміну К — введення препаратів вітаміну К дітям із недостатністю глюкозо-6-фосфатдегідрогенази, передозування препаратами вітаміну К. Клінічні прояви гіпервітамінозу К: у новонароджених застосування невиправдано великих доз препаратів вітаміну К призводить до гемолітичної анемії, гіпербілірубінемії, ядерної жовтяниці, особливо в недоношених дітей з еритробластозом [3–5,7,8,10,11].

Висновки

Вітаміни А, D, Е, F, К є екзогенними есенціальними аліментарними факторами, які мають постійно надходити з продуктами харчування відповідно до фізіологічних потреб дітей. Усі життєво важливі процеси перебігають у дитячому організмі за безпосередньої участі жиророзчин-

них вітамінів. Жиророзчинні вітаміни активують різні біологічні реакції, виступають у ролі біорегуляторів різних функцій у тканинах, органах і системах, підтримують протекцію та адаптацію дитячого організму, підвищують опірність до екзогенних факторів. Засвоєння жиророзчинних вітамінів залежить від адекватного споживання жирів, нормального травлення та абсорбції. Складність процесу нормального всмоктування жиру та можливість його порушення при багатьох патологічних станах пояснює вищий рівень поширеності дефіцитів цієї групи вітамінів. Своєчасна якісна діагностика, профілактика дисбалансу жиророзчинних вітамінів у дітей, індивідуальне підбирання вітамінних препаратів і правильне їх коригування мають бути пріоритетними в роботі педіатрів. Знання механізмів міжвітамінних взаємодій дає змогу цілеспрямовано здійснювати

корекцію енергетичного метаболізму і зрозуміти, чому окреме введення вітамінів виявляється не настільки ефективним, як їхнє комплексне застосування. Превентивний скринінг і ліквідація дефіциту жиророзчинних вітамінів у дітей можуть не тільки поліпшувати стан здоров'я, але й підвищувати якість життя.

Перспективи подальших досліджень. Проведений аналіз літератури свідчить про необхідність подальших досліджень ефектів жиророзчинних вітамінів на ріст і розвиток, їхні значення в обмінних процесах у дітей. Майбутні дослідження в галузі вивчення ефектів вітамінів А, D, E, F, K сприятимуть ліпшому розумінню їхньої ролі в забезпеченні оптимальної життєдіяльності дитячого організму.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES/ЛІТЕРАТУРА

- Al Mahmud A, Shafayet Ahmed Siddiqui, Karim MR, Al-Mamun MR, Akhter S, Sohail M et al. (2023, Apr). Clinically proven natural products, vitamins and mineral in boosting up immunity: A comprehensive review. *Heliyon*. 9(4): e15292 Epub 2023 Apr 7. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e15292. PMID: 37089292; PMCID: PMC10079597.
- 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>.
- Chłopicka J, Paško 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>.
- 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>.
- 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>.
- Gush L, Shah S, Gilani F. (2021). Micronutrients and micronutrients. *A Prescription for Healthy Living*. Academic Press: 255–273. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821573-9.00023-0>.
- 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>.
- Matthewman MC, Costa-Pinto R. (2023). Micronutrients, minerals, vitamins and energy. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 24(2): 134–138. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2022.12.009>.
- 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>.
- Mochulska OM, Boyarchuk OR, Kinash MI, Shulhai OM, Dobrovol'ska 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>.
- 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>.
- 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>.
- 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., к.мед.н., доц. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського.

Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-0426-9715>.

Чорномидз Ірина Богданівна — к.мед.н., доц. каф. дитячих хвороб з дитячою хірургією ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1.

<https://orcid.org/0000-0002-9797-7891>.

Ярема Надія Іванівна — д.мед.н., проф. каф. внутрішньої медицини №1 ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського. Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1.

<https://orcid.org/0000-0002-4378-1084>.

Гаврилук Надія Михайлівна — к.мед.н., асистент каф. вищої медсестринської освіти, догляду за хворими та клінічної імунології ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського.

Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-8745-7040>.

Паласюк Богдан Михайлович — к.еко.н., доц. каф. медичної фізики діагностичного та лікувального обладнання ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського.

Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-7684-8214>.

Назарук Віктор Львович — к.пед.н., доц. каф. фізичної терапії, ерготерапії та фізичного виховання ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського.

Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-2833-3072>.

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>.

Давибіда Наталія Олегівна — к.біол.н., доц. каф. фізичної терапії, ерготерапії та фізичного виховання ТНМУ ім. І.Я. Горбачевського.

Адреса: м. Тернопіль, майдан Волі, 1. <https://orcid.org/0000-0002-7746-4829>.

Стаття надійшла до редакції 22.05.2024 р., прийнята до друку 09.09.2024 р.