

ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ 25(OH)D В СИРОВАТЦІ КРОВІ ПІДЛІТКІВ З НАДМІРНОЮ МАСОЮ ТІЛА ТА ОЖИРІННЯМ

©Г. А. Павлишин, А.-М. А. Шульгай

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

РЕЗЮМЕ. Вітамін D, за рахунок плейотропних впливів, здійснює експресію генів, що кодують білки клітинної диференціації, апоптозу, регулювання імунологічних процесів, ліпідного та вуглеводного обміну. Забезпечення достатнього рівня в організмі метаболітів вітаміну D запобігає розвитку метаболічного синдрому та серцево-судинної патології.

Мета – розробити на основі антропометричних та клініко-анамнестичних досліджень спосіб прогнозування забезпеченості вітаміном D дітей підліткового віку.

Матеріал і методи. Обстежено 196 дітей підліткового віку (з ожирінням 76 підлітків, з надмірною масою тіла 60 підлітків, з нормальною масою тіла 60 підлітків). Проводили антропометричні вимірювання, за їх результатами вираховували індекс маси тіла (ІМТ) та індекси відношення ОТ/ОС та ОТ/зріст. Визначали імуноферментним способом у сироватці крові рівень 25(OH)D. Проводили опитування підлітків та/або їх батьків за «Опитувальником для оцінки статусу вітаміну D у молодих людей».

Результати. Рівень 25(OH)D у підлітків з нормальною масою тіла становив 17,90 (12,16–24,93) нг/мл, при надмірній масі тіла – 14,69 (10,27–20,30) нг/мл, при ожирінні – 12,71 (9,36–17,37) нг/мл. 25(OH)D характеризується зворотним кореляційним зв'язком з масою тіла, ІМТ, ОТ, ОС, коефіцієнтами відношень ОТ/ОС та ОТ/зріст.

Установлено, що до основних предикторів, які впливають на рівень вітаміну D у підлітків з ожирінням, належать ІМТ ($p=0,003$), споживання молока ($p=0,006$), вживання добавок вітаміну D (або риб'ячого жиру з вітаміном D) ($p=0,007$), фізична активність ($p=0,000$).

Висновки. У дітей підліткового віку визначається низький рівень забезпеченості вітаміном D, який характеризується достовірними зворотними кореляційними зв'язками з основними антропометричними показниками.

Розроблене рівняння визначення забезпеченості вітаміном D, яке ґрунтується на незалежних предикторах та показниках антропометричних вимірювань, можна використовувати лікарям первинної ланки при проведенні скринінгових досліджень та розробці способів профілактики дефіциту вітаміну D.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: вітамін D; 25(OH)D; підлітки; ожиріння; надмірна маса тіла.

Вступ. Поширення недостатності та дефіциту вітаміну D серед дітей і підлітків з надмірною масою тіла та ожирінням є високим і залежить від багатьох факторів, серед яких виділяють недостатній вплив сонячних променів, синдрому, що порушують або знижують всмоктування жирів, прийом фармакотерапевтичних засобів, хвороби або інші фактори, що впливають на функцію паращитоподібних залоз [1–5]. При захворюваннях печінки та нирок може відбуватися порушення процесів гідроксилування та утворення метаболітів вітаміну D, що також призводить до розвитку вітаміну D дефіцитних станів [6, 7].

Низький рівень вітаміну D асоціюється не тільки з порушеннями фосфорно-кальцієвого обміну, а й із ризиками розвитку цукрового діабету, серцево-судинних захворювань, онкопатології, зниження когнітивних функцій, ускладнень вагітності та інших [8–10]. Такі плейотропні властивості вітаміну D здійснюються завдяки гормональній активності його метаболітів [11, 12].

Метаболіти вітаміну D сприяють також реабсорбції кальцію у дистальних відділах нефрона, чим забезпечують підтримання рівня кальцію у крові [13].

Вітамін D, за рахунок плейотропних впливів, здійснює експресію генів, що кодують білки клітинної диференціації, апоптозу, регулювання імунологічних процесів, ліпідного та вуглеводного обміну [14, 15]. Порушення вуглеводного обміну та ліпідного обміну при ожирінні поєднані взаємними впливами, які направлені на поглиблення як інсулінорезистентності, так і дисліпідемій, і вважаються основними критеріями розвитку метаболічного синдрому та серцево-судинної патології.

Враховуючи існуючу взаємозалежність між рівнем забезпеченості вітаміном D у дітей підліткового віку з надмірною масою тіла та ожирінням з критеріями метаболічного синдрому, доцільною є розробка прогностичних моделей забезпеченості вітаміном D з метою застосування профілактичних коригуючих впливів.

Мета – розробити на основі антропометричних та клініко-анамнестичних досліджень спосіб прогнозування забезпеченості вітаміном D дітей підліткового віку.

Матеріал і методи дослідження. Обстежено 196 дітей підліткового віку (з ожирінням 76 підлітків, з надмірною масою тіла 60 підлітків, з нормальною масою тіла 60 підлітків), які зверталися

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення за медичною допомогою до Тернопільської обласної дитячої лікарні. Середній вік дітей склав (15,1±2,1) років.

Критеріями залучення пацієнтів у дослідження були: письмова інформована згода батьків і пацієнтів на проведення обстеження, осінньо-зимовий період. Критеріями незалучення пацієнтів у дослідження були: ожиріння, яке виникало внаслідок ендокринних захворювань (гіпотиреоз, гіперкортицизм, гіпопітуїтаризм, травм гіпоталамо-гіпофізарної ділянки), прийом протиепілептичних препаратів або глюкокортикоїдів, спадкові та вроджені захворювання, інформація про наявність цукрового діабету, використання ліків, які впливають на артеріальний тиск, відсутність письмової інформованої згоди.

Комісією з біоетики Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України засвідчено відповідність проведених досліджень морально-етичним нормам (протокол № 58 від 29 квітня 2020 року).

Відповідно до критеріїв включення усім дітям проводили антропометричні вимірювання зросту та маси тіла, і за їх результатами вираховували індекс маси тіла (ІМТ) за формулою: $ІМТ = \text{маса (кг)} / \text{зріст}^2 (\text{м}^2)$.

ІМТ оцінювали за стандартними перцентильними таблицями [9]. При цьому надмірна маса тіла відповідала 85–97 перцентилю, а ожиріння 97 перцентилю і більше. Додатково проводили вимірювання окружності талії (ОТ) та окружності стегон (ОС). За результатами вимірювань вираховували індекси відношення ОТ/ОС та ОТ/зріст.

Для встановлення вітамін-D статусу за допомогою імуноферментного способу визначали у сироватці крові рівень 25(OH)D. При цьому використовували набір 25-OH Vitamin D ELISA (EUROIMMUN, Germany), при intra-assay CV 3,2–4,9 % і inter-assay CV 4,0–7,8 %. Оцінку результатів рівня 25(OH)D проводили за рекомендаціями Міжнародного товариства ендокринологів [1, 2]. Нормальний вміст кальцидіолу відповідав рівню 25(OH)D 30 нг/мл – 100 нг/мл, недостатність вітаміну D діагностували при рівні кальцидіолу в межах від 20 нг/мл до 29 нг/мл, дефіцит вітаміну D – менше 20 нг/мл.

Для встановлення основних предикторів, які впливають на статус вітаміну D дітей підліткового віку з різними показниками ІМТ проводили опитування підлітків та/або їх батьків згідно з «Опитувальником для оцінки статусу вітаміну D у молодих людей» [4].

Ці анкети включали дохід на члена сім'ї (вище чи нижче середнього рівня прожиткового мінімуму), споживання щоденно молока (до 1 склянки на добу, від 1 до 3 склянок і більше), вживання до-

бавок вітаміну D (або риб'ячого жиру з вітаміном D), стан фізичної активності, який визначався кількістю активних годин на тиждень, під час яких відбувалося виконання фізичних навантажень, що передбачали активну ходьбу, заняття на уроках фізкультури в школі, заняття в спортивних секціях (до 2 годин, від 2 до 5 годин, більше 5 годин), тривалість щоденного перебування на відкритому повітрі (до 30 хвилин, більше 30 хвилин), пасивний відпочинок за комп'ютером, телевізором (до 2 годин на добу, 2–4 години/добу і більше) [4].

Статистичну обробку результатів проведених досліджень проводили з використанням статистичного пакету «STATISTICA 12.0» і табличного редактора «Microsoft Excel 2013». Оцінку нормальності розподілу ознак у варіаційному ряді проводили за критерієм Колмогорова–Смирнова.

Зважаючи на неправильний розподіл кількісних характеристик, їх описову статистику здійснювали у вигляді розрахунку медіани (Me) та нижнього (Lq) і верхнього (Uq) кuartилів.

Порівняльний аналіз кількісних показників між групами проводили з використанням U-критерію Манна – Уїтні. Для аналізу таблиць частот були використані двосторонній точний тест Фішера та критерій Хі-квадрат Пірсона. Для визначення взаємозв'язку між показниками використовували коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

З метою встановлення факторів, які впливають на розвиток недостатності та дефіциту вітаміну D, проводився аналіз впливу незалежних предикторів на концентрацію 25(OH)D у сироватці крові із застосуванням множинного регресійного аналізу, який дозволяє за даними коефіцієнтів регресії та значень факторів ризику в номінальній, порядковій або кількісній шкалі, які мають вірогідний вплив на рівень 25(OH)D в сироватці крові, знайти теоретичне значення рівня 25(OH)D у сироватці крові.

Результати й обговорення. Для встановлення рівня забезпеченості вітаміном D дітей підліткового віку з нормальною масою тіла, надмірною масою тіла та ожирінням проведено визначення в сироватці крові 25(OH)D.

Медіана 25(OH)D у підлітків контрольної групи з нормальною масою тіла становила 17,90 (12,16–24,93) нг/мл, при надмірній масі тіла – 14,69 (10,27–20,30) нг/мл, і була достовірно меншою контролю ($p=0,011$), при ожирінні – 12,71 (9,36–17,37) нг/мл ($p=0,000$) (рис. 1).

Існують наукові докази того, що збільшення жирової тканини негативно впливає на забезпеченість вітаміном D та активність його метаболітів, сприяючи розвитку дефіцитних станів, унаслідок яких розвиваються поглиблення метаболічних

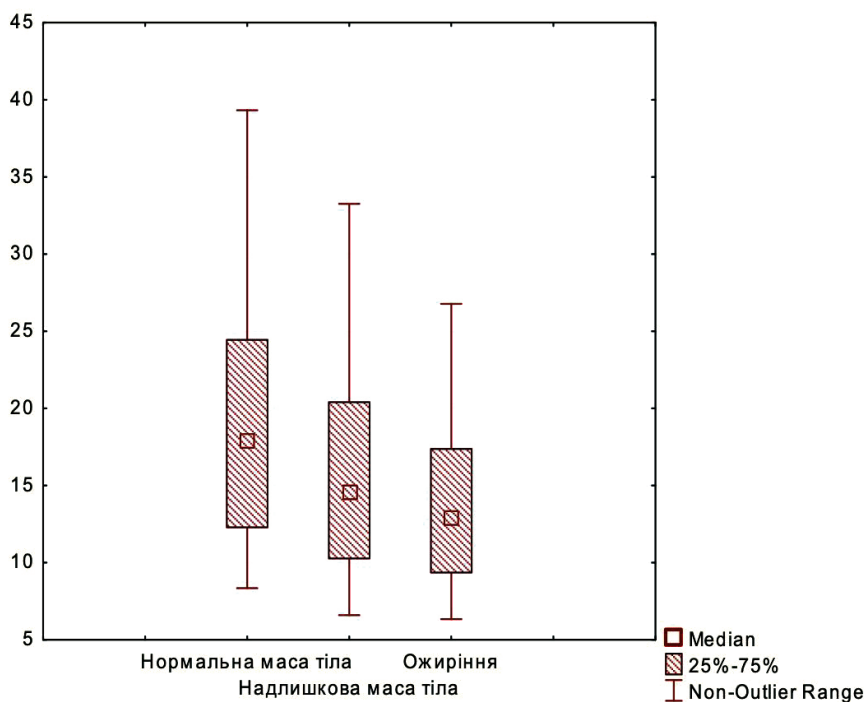


Рис. 1. Рівень 25(OH)D у підлітків залежно від індексу маси тіла.

розладів та пов'язаних з ними ускладнень [16]. Надмірне накопичення в організмі людини жирової тканини сприяє зниженню активності 1 α -гидроксилази, що призводить до накопичення неактивних форм та погіршення біодоступності вітаміну D [2]. Вважають, що при збільшенні маси жиру на 1 % виникає зниження рівня кальцидіолу в сироватці крові на $(1,1 \pm 0,55)$ нмоль/л [17]. З іншої сторони доведено, що метаболізм вітаміну D та синтез 25(OH)D порушуються у зв'язку з формуванням при ожирінні стеатозу печінки [18].

Порівняльна оцінка забезпечення вітаміном D показала, що у дівчат з нормальною масою тіла рівень 25(OH)D становив 18,55 (11,95–22,55) нг/мл, у хлопців 17,90 (12,16–24,94) нг/мл. У дівчат із надмірною масою тіла у сироватці крові рівень кальцидіолу становив 15,89 (10,26–17,30) нг/мл, у хлопців, відповідно, 13,90 (10,26–21,28) нг/мл, при ожирінні, відповідно, у дівчат – 11,85 (9,36–14,97) нг/мл, а у хлопців – 13,09 (9,44–17,37) нг/мл.

Отже, при нормальній та надмірній масі тіла забезпечення вітаміном D було вищим у дівчат, а при ожирінні низький рівень 25(OH)D у дівчат перевищував показники у хлопців, при цьому без достовірної різниці між кількісними величинами 25(OH)D ($p > 0,05$).

При цьому в хлопців із надмірною масою тіла переважала частота недостатності вітаміну D на 22,20 %, порівняно з дівчатами, а дефіцит вітаміну D спостерігався на 6,44 % частіше серед дівчат. У групі дітей з ожирінням недостатність вітаміну D

переважала серед дівчат а дефіцит вітаміну D частіше на 14,8 % спостерігався серед хлопців.

Для встановлення особливостей зв'язку між антропометричними показниками та вітаміном D статусом проведено визначення антропометричних даних в основній групі підлітків з надмірною масою тіла та ожирінням залежно від рівня забезпечення вітаміном D (табл. 1).

Установлено, що у групі, де рівень 25(OH)D становив 30 нг/мл і більше, тобто при нормальному забезпеченні вітаміном D (група 1), маса тіла була найнижчою. У дітей із недостатністю вітаміну D середня маса тіла була на 11,96 % більшою від маси тіла дітей з нормальним забезпеченням, а у дітей з дефіцитом вітаміну D, при рівні 25(OH)D від 10 до 20 нг/мл, маса тіла переважала показники дітей 1 групи на 13,21 %. Найбільшою масою тіла була у підлітків з високим рівнем дефіциту вітаміну D, перевищуючи на 29,36 % показники дітей 1 групи. Отримані дані маси тіла при різному забезпеченні вітаміном D свідчать про те, що у дітей з надмірною масою тіла та ожирінням при зростанні маси тіла зменшується рівень 25(OH)D у сироватці крові. Аналогічні зміни визначалися з показником ІМТ, який також має зв'язок з рівнем 25(OH)D. Так, при недостатності вітаміну D ІМТ збільшувався на 5,01 %, при дефіциті вітаміну D, з рівнем 25(OH)D від 10 нг/мл до 20 нг/мл – на 11,70 %, а при високому дефіциті – на 23,90 %, порівняно з групою дітей з нормальним вітаміном D статусом.

Таблиця 1. Характеристика антропометричних показників у підлітків з надмірною масою тіла та ожирінням залежно від рівня 25(OH)D

Параметри	25(OH)D ≥ 30 нг/мл n=7	25(OH)D 20-29 нг/мл n=28	25(OH)D <10-<20 нг/мл n=65	25(OH)D <10 нг/мл n=36	Рівень достовірності Критерій Краскела-Уолліса
	1 група	2 група	3 група	4 група	
Маса тіла, кг	80,38 (69,50-88,75) ^{*##}	90,0 (74,50-96,00) [*]	91,00 (80,25-99,75) [#]	96,75 (82,75-110,75) ^н	H=31,63 p=0,001
Зріст, см	175,5 (167,00-185,75)	181,00 (171,00-186,00)	175,5 (168,00-184,00)	176,00 (170,00-181,00)	H=7,19 p=0,124
ІМТ, кг/м ²	26,15 (25,48-28,31) ^{##}	27,46 (25,33-28,35)	29,21 (27,10-32,00) [#]	32,40 (27,40-34,70) ^н	H=29,17 p=0,001
ОТ, см	90,75 (84,75-98,25) ^{*##}	93,8 (87,00-97,00) [*]	98,00 (89,00-108,00) [#]	108,50 (94,50-120,75) ^н	H=28,05 p=0,001
ОС, см	101,25 (93,50-115,50) ^{##}	105,00 (99,509-112,50)	109,00 (102,00-115,00) [#]	115,50 (106,25-124,75) ^н	H=17,06 p=0,042
ОТ/ОС	0,87 (0,82-0,93) ^{##}	0,89 (0,85-0,92)	0,92 (0,87-0,96) [#]	0,94 (0,88-0,99) ^н	H=20,37 p=0,024
ОТ/зріст	0,53 (0,47-0,59) ^{##}	0,52 (0,49-0,55)	0,57 (0,55-0,59) [#]	0,62 (0,58-0,66) ^н	H=23,97 p=0,012

Примітка. ІМТ – індекс маси тіла; ОТ – окружність талії; ОС – окружність стегон; ОТ/ОС – відношення окружності талії до окружності стегон; ОТ/зріст – відношення окружності талії до зросту; Н – критерій Краскела-Уолліса; p – рівень достовірності за критерієм Краскела-Уолліса; * – p<0,05 між 1 і 2 групою; # – p<0,05 1 і 3 групою; н – p<0,05 між 1 і 4 групою.

Важливим маркером серед антропометричних характеристик є ОТ, як один із основних критеріїв метаболічного синдрому. У дітей із надмірною масою тіла та ожирінням виявлено залежність ОТ від рівня вітаміну D, зокрема, збільшення ОТ порівняно з групою з достатнім забезпеченням вітаміном D, з достовірною різницею при недостатності кальцидіолу на 3,40 %, дефіциті – на 7,99 % та високому дефіциті – на 19,55 %.

Окружність стегон також варіює залежно від рівня вітаміну D. Так, порівняно з 1 групою дітей, в яких у крові рівень кальцидіолу становив 30 нг/мл і більше, при недостатності вітаміну D у підлітків з надмірною масою тіла та ожирінням ОС збільшувалася на 3,70 %, при дефіциті – на 7,60 %, при високому дефіциті – на 14,07 %.

Показники відношення ОТ/ОС та ОТ/зріст достовірно відрізнялися у групі дітей з нормальним рівнем вітаміну D та його дефіцитом. Причому,

найбільшу різницю цих показників виявлено при порівнянні даних параметрів у дітей з достатнім забезпеченням вітаміном D (1 група) та при його високому дефіциті (4 група), що складало для ОТ/ОС – 8,04 %, а для показника ОТ/зріст – 16,98 %.

У зв'язку з встановленою різницею антропометричних показників у дітей з надмірною масою тіла та ожирінням при різних рівнях забезпеченості вітаміном D проведено визначення кореляційних зв'язків між рівнем 25(OH)D та антропометричними даними (табл. 2).

Встановлено, що 25(OH)D характеризується середньої сили зворотним кореляційним зв'язком з масою тіла, ІМТ, ОТ, ОС, коефіцієнтами відношень ОТ/ОС та ОТ/зріст, з високим рівнем достовірності. Найвірогідніші впливи на вітамін D статус мали місце для ІМТ, і підтверджували зростаючі залежності дефіциту вітаміну D при збільшенні ІМТ.

Таблиця 2. Взаємозв'язок рівня 25(OH)D з антропометричними показниками у підлітків з ожирінням (кореляція Спірмена)

Показники	25(OH)D	
	коефіцієнт кореляції, r	коефіцієнт достовірності, p
Маса тіла, кг	-0,427	0,000
ІМТ, кг/м ²	-0,624	0,000
Зріст, см	0,082	0,384
ОТ, см	-0,462	0,000
ОС, см	-0,369	0,001
ОТ/ОС	-0,398	0,000
ОТ/зріст	-0,406	0,000

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення

Для встановлення основних чинників ризику розвитку недостатності та дефіциту вітаміну D у дітей підліткового віку проведено епідеміологічні дослідження.

Визначено взаємозв'язки між факторами ризику та рівнем 25(OH)D в сироватці крові дітей з ожирінням (табл. 3).

Достовірний прямий середньої сили кореляційний зв'язок визначався у дітей з ожирінням між рівнем 25(OH)D у сироватці крові та доходом

на члена сім'ї, споживанням молока та фізичною активністю. Слабкої сили достовірним визначався кореляційний зв'язок 25(OH)D зі споживанням добавок вітаміну D (або риб'ячого жиру з вітаміном D) та тривалістю перебування дітей на відкритому повітрі. Серед досліджуваних чинників середньої сили від'ємний кореляційний зв'язок мав місце між рівнем кальцідіолу та тривалістю роботи за комп'ютером, переглядом телепередач (табл. 4).

Таблиця 3. Взаємозв'язок рівня 25(OH)D з частотою прояву факторів ризику у підлітків з ожирінням (коефіцієнт кореляції Спірмена, r)

Показники	25(OH)D	
	коефіцієнт кореляції, r	коефіцієнт достовірності, p
Стать (чол./жін.)	0,124	0,183
Місце проживання (місто/село)	0,178	0,126
Дохід на члена сім'ї	0,406	0,001
Споживання молока	0,374	0,001
Вживання добавок вітаміну D (або риб'ячого жиру з вітаміном D)	0,299	0,009
Фізична активність	0,575	0,000
Щоденне перебування на відкритому повітрі	0,248	0,032
Час, проведений за комп'ютером, телевізором	-0,318	0,005

Таблиця 4. Результати множинного регресійного аналізу 25(OH)D з факторами ризику та даними антропометричних вимірювань у підлітків з ожирінням

Предиктор	B	Стандартна похибка, B	β	Стандартна похибка, β	p
Дохід на члена сім'ї	1,312	0,911	0,117	0,086	0,153
Споживання молока	2,546	0,879	0,208	0,076	0,006
Вживання добавок вітаміну D (або риб'ячого жиру з вітаміном D)	2,478	0,938	0,207	0,077	0,007
Фізична активність	2,573	0,607	0,386	0,084	0,000
Час, проведений за комп'ютером, телевізором	-0,543	0,990	-0,047	0,086	0,585
ІМТ	-0,531	0,214	-0,356	0,146	0,003
ОТ	-0,016	0,048	-0,043	0,128	0,738
Константа	22,905	5,592			0,000

Примітка. B – нестандартизований коефіцієнт регресії; β – стандартизований коефіцієнт регресії; R = 0,8974; R² = 0,8053; F(7,67)=16,512; p<0,000; стандартна похибка оцінки моделі: 3,4355.

Для встановлення основних предикторів, які впливають на забезпеченість вітаміном D дітей підліткового віку з ожирінням, було проведено множинний регресійний аналіз, за результатами якого визначено предиктори, що входять до складу рівняння множинної лінійної регресії:

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_n x_n,$$

де Y – залежна змінна (25(OH)D);

a_0 – константа;

$a_1 \dots a_n$ – коефіцієнти регресії;

$x_1 \dots x_n$ – встановлені незалежні змінні.

За результатами множинного регресійного аналізу встановлено, що до основних предикторів, які впливають на рівень вітаміну D підлітків з ожирінням, належать ІМТ, вживання молока, вживання добавок вітаміну D (або риб'ячого жиру з вітаміном D), фізична активність.

Дані предиктори за визначенням коефіцієнта детермінації охоплюють 80,5 % дисперсії 25(OH)D, як залежної змінної.

Таким чином, отримано рівняння лінійної регресії, за яким можна прорахувати рівень забез-

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення печеності вітаміном D на основі результатів клініко-анамнестичних даних та антропометричних досліджень.

Рівняння для визначення 25(OH)D полягає в наступному:

$$25(OH)D = 22,905 + 2,546 \times \text{вживання молока} + 2,478 \times \text{вживання добавок вітаміну D (або риб'ячого жиру з вітаміном D)} + 2,573 \times \text{фізична активність} + (-0,531) \times \text{ІМТ.}$$

Для деяких незалежних змінних у цьому рівнянні використані числові коди, зокрема споживання молока, вживання добавок вітаміну D. Рівень індексу маси тіла представлений у вигляді абсолютного числа.

Отже, запропонований спосіб оцінки забезпеченості вітаміном D дозволяє на основі поєднання простих антропометричних вимірювань та клініко-анамнестичних даних спрогнозувати за-

безпеченість вітаміном D дітей підліткового віку з ожирінням.

Висновки. У дітей підліткового віку визначається низький рівень забезпеченості вітаміном D, який характеризується достовірними зворотними кореляційними зв'язками з основними антропометричними показниками.

Розроблене рівняння визначення забезпеченості вітаміном D, яке ґрунтується на незалежних предикторах та показниках антропометричних вимірювань, можна використовувати лікарям первинної ланки при проведенні скринінгових досліджень та розробці способів профілактики дефіциту вітаміну D.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці ефективних методів корекції дефіциту вітаміну D у дітей із надмірною масою тіла та ожирінням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Holik M. F. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention / M. F. Holik // *Rev. Endocr. Metab. Disord.* – 2017. – Vol. 18 (2). – P. 153–165. DOI: 10.1007/s11154-017-9424-1.
2. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline / M. F. Holick, N. C. Binkley, H. A. Bischoff-Ferrari [et al.] // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2011. – Vol. 96 (7). – P. 1911–1930. DOI: 10.1210/jc.2011-0385.
3. Prevalence of hypovitaminosis D and associated factors in obese Spanish children / T. Dura-Trave, F. Gallinas-Victoriano, M. J. Chueca-Guindulain, S. Berrade-Zubiri // *Nutr. Diabetes.* – 2017. – Vol. 7 (3). – P. e248.
4. Turer C. Prevalence of Vitamin D Deficiency Among Overweight and Obese US Children / C. Turer, H. Lin, G. Flores // *Pediatrics.* – 2013. – Vol. 131(1). – P. 152–161.
5. Shulhai A.-M. A. Peculiarities of the prevalence and risk factors for vitamin D deficiency in overweight and obese adolescents in Ukraine / A.-M. A. Shulhai, H. A. Pavlyshyn, O. M. Shulhai // *Arch. Balk. Med. Union.* – 2019. – Vol. 54 (1). – P. 57–63. DOI: 10.31688/ABMU.2019.54.1.08.
6. Павлишин Г. А. Вітамін D-статус у патогенезі розвитку захворювань дітей / Г. А. Павлишин, А.-М. А. Шульгай // *Актуальні питання педіатрії, акушерства та гінекології.* – 2018. – № 1. С. 25–31. DOI: 10.11603/24116-4944.2018.1.8800.
7. Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in the United States adolescent population / J. P. Reis, D. von Mühlen, E. R. Miller 3rd [et al.] // *Pediatrics.* – 2009. – Vol. 124 (3). – P. 371n9.
8. Pike J. W. Biology and Mechanisms of Action of the Vitamin D Hormone / J. Pike, S. Christakos // *Endocrinol. Metab. Clin. North Am.* – 2017. – Vol. 46 (4). – P. 815–843. DOI: 10.1016/j.ecl.2017.07.001.
9. Shulhai A. M. Relation of carbohydrate exchange markers with vitamin D status in adolescents with overweight and obesity / A.-M. Shulhai, H. A. Pavlyshyn, O. M. Shulhai // *Pediatr. Endocrinol. Diabetes Metab.* – 2019. – Vol. 25 (4). – P. 169–176.
10. Shulhai A.-M. Metabolic disorders in adolescents with overweight and obesity / A.-M. Shulhai, H. Pavlyshyn, O. Shulhai. – A. Mazur ed. // *XXXV Zjazd Polskiego Towarzystwa Pediatrycznego*; 2019 Sep. 05-07; Rzeszow, Poland. – Rzeszow : Grupa Medica, 2019. – P.147.
11. Erol M. Vitamin D deficiency and insulin resistance as risk factors for dyslipidemia in obese children. La deficiencia de vitamina D y la resistencia a la insulina como factores de riesgo de dislipidemia en niños obesos / M. Erol, O. Bostan Gayret, S. Hamilçikan [et al.] // *Arch. Argent. Pediatr.* – 2017. – Vol. 115 (2). – P. 133–139. DOI: 10.5546/aap.2017.eng.133.
12. Nair S. Vitamin D deficiency and liver disease S. Nair // *Gastroenterol. Hepatol. (N Y).* – 2010. – Vol. 6 (8). – P. 491–493.
13. Zakharova I. Vitamin D Insufficiency in Overweight and Obese Children and Adolescents / I. Zakharova, L. Klimov, V. Kuryaninova [et al.] // *Front Endocrinol (Lausanne).* – 2019. – No.10. – P. 103. DOI: 10.3389/fendo.2019.00103.
14. Peterson C. A. Vitamin D deficiency & childhood obesity: a tale of two epidemics / C. A. Peterson, A. M. Belenchia // *Mo Med.* – 2014 – Vol. 111 (1). – P. 49–53.
15. Pludowski P. Practical guidelines for the supplementation of vitamin D and the treatment of deficits in Central Europe – recommended vitamin D intakes in the general population and groups at risk of vitamin D deficiency / P. Pludowski, E. Karczmarewicz, M. Bayer // *Endokrynol. Pol.* – 2013. – Vol. 64 (4). – P. 319–327.
16. Cheng L. The Convergence of Two Epidemics: Vitamin D Deficiency in Obese School-aged Children / L. Cheng // *J. Pediatr. Nurs.* – 2018. – Vol.38. – P. 20–26. DOI: 10.1016/j.pedn.2017.10.005.
17. Vitamin D status and predictors of hypovitaminosis D in Italian children and adolescents: a cross-sectional

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення study / F. Vierucci, M. Del Pistoia, M. Fanos [et al.] // Eur. J. Pediatr. – 2013. – Vol. 172 (12). – P. 1607–1617.

18. Overweight and obesity are associated with lower vitamin D status in Canadian children and adolescents / L. S. Greene-Finestone, D. Garriguet, S. Brooks [et al.] // Pediatr. Child Health. – 2017. – Vol. 22 (8). – P. 438d44.

REFERENCES

1. Holick, M.F. (2017). The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 18(2), 153–165. DOI: 10.1007/s11154-017-9424-1.
2. Holick, M.F., Binkley, N.C., Bischoff-Ferrari, H.A., Gordon, C.M., Hanley, D.A., Heaney, R.P., Murad, M.H., & Weaver, C.M. (2011). Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 96(7), 1911–1930. DOI: 10.1210/jc.2011-0385.
3. Dura-Trave, T., Gallinas-Victoriano, F., Chueca-Guindulain, M.J., & Berrade-Zubiri, S. (2017). Prevalence of hypovitaminosis D and associated factors in obese Spanish children. *Nutr. Diabetes*, 7(3), e248. DOI: 10.1038/nutd.2016.50.
4. Turer, C.B., Lin, H., & Flores, G. (2013). Prevalence of vitamin D deficiency among overweight and obese US children. *Pediatrics*, 131(1), e152–e161. DOI: 10.1542/peds.2012-1711.
5. Shulhai, A.-M.A., Pavlyshyn, H.A., & Shulhai, O.M. (2019). Peculiarities of the prevalence and risk factors for vitamin D deficiency in overweight and obese adolescents in Ukraine. *Arch Balk Med Union*, 54(1), 57–63. DOI: 10.31688/ABMU.2019.54.1.08.
6. Pavlyshyn, H.A., & Shulhai, A.-M.A. (2018). Vitamin D status u patohenezi rozvytku zakhvoryuvan ditey. [Vitamin D status in the pathogenesis of children's diseases]. *Aktualni pytannya pediatriyi, akusherstva ta hinekolohiyi – Current Issues of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology*. (1), 25–31. DOI: 10.11603/24116-4944.2018.1.8800 [in Ukrainian].
7. Reis, J.P., von Mühlen, D., Miller, E.R. 3rd, Michos, E.D., & Appel, L.J. (2009). Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in the United States adolescent population. *Pediatrics*, 124(3), 371n9. DOI: 10.1542/peds.2009-0213.
8. Pike, J.W., & Christakos, S. (2017). Biology and Mechanisms of Action of the Vitamin D Hormone. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 46(4), 815–843. DOI: 10.1016/j.ecl.2017.07.001.
9. Shulhai, A.M., Pavlyshyn, H., & Shulhai, O. (2019). Relation of carbohydrate exchange markers with vitamin D status in adolescents with overweight and obesity. *Pediatr. Endocrinol. Diabetes Metab.*, 25(4), 169–176. DOI: 10.5114/pedm.2019.89640.
10. Shulhai, A.-M., Pavlyshyn, H., & Shulhai, O. (2019). Metabolic disorders in adolescents with overweight and obesity. XXXV Zjazd Polskiego Towarzystwa Pediatrycznego; In: Mazur A, ed. Rzeszow, Poland. Rzeszow: Grupa Medica; 2019.
11. Erol, M., Bostan Gayret, Ö., Hamilçikan, Ş., Can, E., & Yiğit, Ö.L. (2017). Vitamin D deficiency and insulin resistance as risk factors for dyslipidemia in obese children. La deficiencia de vitamina D y la resistencia a la insulina como factores de riesgo de dislipidemia en niños obesos. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 115(2), 133–139. DOI: 10.5546/aap.2017.eng.133.
12. Nair, S. (2010). Vitamin d deficiency and liver disease. *Gastroenterology & Hepatology*, 6(8), 491–493.
13. Zakharova, I., Klimov, L., Kuryaninova, V., Nikitina, I., Malyavskaya, S., Dolbnya, S., Kasyanova, A., Atanesyan, R., Stoyan, M., Todieva, A., Kostrova, G., & Lebedev, A. (2019). Vitamin D Insufficiency in Overweight and Obese Children and Adolescents. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 103.
14. Peterson, C.A., & Belenchia, A.M. (2014). Vitamin D deficiency & childhood obesity: a tale of two epidemics. *Missouri Medicine*, 111(1), 49–53.
15. Płudowski, P., Karczmarewicz, E., Bayer, M., Carter, G., Chlebna-Sokół, D., Czech-Kowalska, J., Dębski, R., ... Żmijewski, M. A. (2013). Practical guidelines for the supplementation of vitamin D and the treatment of deficits in Central Europe – recommended vitamin D intakes in the general population and groups at risk of vitamin D deficiency. *Endokrynologia Polska*, 64(4), 319–327. DOI: 10.5603/ep.2013.0012.
16. Cheng, L. (2018). The Convergence of Two Epidemics: Vitamin D Deficiency in Obese School-aged Children. *Journal of Pediatric Nursing*, 38, 20–26. DOI: 10.1016/j.pedn.2017.10.005.
17. Vierucci, F., Del Pistoia, M., Fanos, M., Gori, M., Carlone, G., Erba P, & Saggese, G. (2013). Vitamin D status and predictors of hypovitaminosis D in Italian children and adolescents: a cross-sectional study. *Eur. J. Pediatr.*, 172(12), 1607–1617. DOI: 10.1007/s00431-013-2119-z.
18. Greene-Finestone, L.S., Garriguet, D., Brooks, S., Langlois, K., & Whiting, S.J. (2017). Overweight and obesity are associated with lower vitamin D status in Canadian children and adolescents. *Pediatr Child Health*, 22(8), 438d44. DOI: 10.1093/pch/pxx116.

PREDICTION OF 25(OH)D LEVEL IN THE SERUM IN OVERWEIGHT AND OBESE ADOLESCENTS

©**H. A. Pavlyshyn, A.-M. A. Shulhai**

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University

SUMMARY. Vitamin D, due to pleiotropic effects, expresses genes encoding proteins of cell differentiation, apoptosis, regulation of immune processes, lipid and carbohydrate metabolism. Ensuring a sufficient level of vitamin D metabolites in the body prevents the development of metabolic syndrome and cardiovascular pathology.

The aim – to develop on the basis of anthropometric and clinical-anamnestic researches a way of forecasting of provision of vitamin D of children of teenage age.

Material and Methods. 196 adolescent children were examined (76 adolescents with obesity, 60 adolescents with overweight, 60 adolescents with normal body weight). Anthropometric measurements were performed and the body mass index (BMI) and the WC/HC and WC/ height ratio indices were calculated based on their results. Determined enzyme-linked immunosorbent assay in serum level 25(OH)D. Teenagers and / or their parents were interviewed according to the Questionnaire for Assessing Vitamin D Status in Young People.

Results. The level of 25(OH)D in adolescents with normal body weight was 17.90 (12.16–24.93) ng/ml, with excess body weight – 14.69 (10.27–20.30) ng/ml, in obesity –12.71 (9.36–17.37) ng/ml. 25(OH)D is characterized by an inverse correlation with body weight, BMI, WC, HC, WC/HC and WC/height ratios.

It was found that the main predictors that affect the level of vitamin D in obese adolescents include BMI ($p=0.003$), milk consumption ($p=0.006$), the use of vitamin D supplements (or fish oil with vitamin D) ($p=0.007$), physical activity ($p=0.000$).

Conclusions. Adolescents have a low level of vitamin D, which is characterized by significant inverse correlations with the main anthropometric indicators.

The developed equation for determining vitamin D supply, which is based on independent predictors and indicators of anthropometric measurements, can be used by primary care physicians in conducting screening studies and developing ways to prevent vitamin D deficiency.

KEY WORDS: vitamin D; 25(OH)D; adolescents; adiposity; overweight.

Отримано 14.03.2022

Електронна адреса для листування: pavlishin@tdmu.edu.ua