

© 2024 by the author(s).

This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**How to cite / Як цитувати статтю:** Boyarchuk O, Hlushko K, Dobrovolska L, Hrehk A, Savuliak Ya, Vorontsova T, Volianska L. Vitamin D, Calcium, and Phosphorus Status in Children with Spina Bifida. *East Ukr Med J.* 2024;12(2):348-358

**DOI:** [https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12\(2\):348-358](https://doi.org/10.21272/eumj.2024;12(2):348-358)

## ABSTRACT

<sup>1</sup>Oksana Boyarchuk

<https://orcid.org/0000-0002-1234-0040>

<sup>1</sup>Katerina Hlushko

<https://orcid.org/0000-0002-4777-5300>

<sup>1</sup>Lesya Dobrovolska

<https://orcid.org/0000-0002-4155-534X>

<sup>2</sup>Anastasiia Hrehk

<https://orcid.org/0009-0004-8612-6751>

<sup>1,3</sup>Yaroslav Savuliak

<https://orcid.org/0009-0009-8552-4439>

<sup>1</sup>Tamara Vorontsova

<https://orcid.org/0000-0002-5434-7064>

<sup>1</sup>Liubov Volianska

<https://orcid.org/0000-0001-5447-8059>

<sup>1</sup> I. Horbachevsky Ternopil National  
Medical University, Ternopil, Ukraine;

<sup>2</sup> Ternopil Academic Lyceum  
"Ukrainian Gymnasium" named after  
I. Franko, Ternopil, Ukraine;

<sup>3</sup> Communal Non-Commercial  
Enterprise "Center of Primary Medical  
and Sanitary Care", Ternopil, Ukraine

## VITAMIN D, CALCIUM, AND PHOSPHORUS STATUS IN CHILDREN WITH SPINA BIFIDA

**Introduction.** Children with spina bifida (SB) are at the highest risk of developing vitamin and mineral deficiencies, including vitamin D, due to a sedentary lifestyle, prolonged indoor stays, and dietary peculiarities.

**The aim** of our study was to determine the dietary intakes of vitamin D, calcium, and phosphorus in children with spina bifida and the concentration of these nutrients in the serum of children with SB.

**Materials and Methods.** The study included 20 children aged 2 to 17 years with congenital neural tube defect (spina bifida). The control group consisted of 67 healthy children aged 6 to 17 years. To determine the dietary intakes of vitamin D, calcium and phosphorus, children or their parents were surveyed using a questionnaire containing questions about the amount of consumption of certain food products over the week. The total amount of vitamin D, calcium, and phosphorus in the weekly diet were calculated, as well as their average daily intakes with food and overall. The concentration of 25-OH vitamin D, calcium, and phosphorus in the blood serum was determined using an enzyme immunoassay.

**Results.** Among the examined children with SB, girls predominated (70.0%). Physical development delay and undernutrition were identified in 3 (15.0%), overweight - in 6 (30.0%) children. Most children with SB exhibited clinical manifestations of mineral metabolism disorders: body proportion disturbances (55.0%), posture disorders (40.0%), scoliosis and/or chest deformity (50.0%), caries (40.0%). Despite the presence of dairy, meat, and fish products in the weekly diet of all children with SB, their quantity was insufficient to meet the daily needs for vitamin D, calcium, and phosphorus. Inadequate intake of vitamin D from food occurred in 70.0% of children, calcium deficiency in 90.0%, phosphorus deficiency in 80.0%, with the alimentary provision of calcium and phosphorus in children with SB being significantly lower than in healthy children ( $p=0.0027$  and  $p=0.0047$ , respectively).

Optimal levels of vitamin D in the blood serum were observed in only 10.0% of children with SB, which was twice less than in healthy children, while its deficiency was observed 1.5 times more often in children with SB than in healthy children. Half of the patients with SB had reduced calcium levels, and 70.0% had reduced phosphorus levels.

**Conclusions.** The study results demonstrate a wide prevalence of vitamin D deficiency and insufficiency (in 90.0%), calcium and phosphorus deficiency in children with SB, indicating the need for additional intake of these nutrients alongside dietary and lifestyle corrections. Further research on a larger cohort of patients with supplementation regimens is necessary to reduce the risk of complications and improve the quality of life for children with SB.

**Keywords:** spina bifida, vitamin D, calcium, phosphorus, nutrients, mineral metabolism.

**Corresponding author:** Oksana Boyarchuk, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine  
e-mail: [boyarchuk@tdmu.edu.ua](mailto:boyarchuk@tdmu.edu.ua)

## РЕЗЮМЕ

<sup>1</sup>Оксана Боярчук

<https://orcid.org/0000-0002-1234-0040>

<sup>1</sup>Катерина Глушко

<https://orcid.org/0000-0002-4777-5300>

<sup>1</sup>Леся Добровольська

<https://orcid.org/0000-0002-4155-534X>

<sup>2</sup>Анастасія Грех

<https://orcid.org/0009-0004-8612-6751>

<sup>1,3</sup>Ярослав Савуляк

<https://orcid.org/0009-0009-8552-4439>

<sup>1</sup>Тамара Воронцова

<https://orcid.org/0000-0002-5434-7064>

<sup>1</sup>Любов Волянська

<https://orcid.org/0000-0001-5447-8059>

<sup>1</sup>Тернопільський національний

медичний університет

ім.І.Горбачевського, м. Тернопіль,

Україна;

<sup>2</sup>Тернопільський академічний ліцей

“Українська гімназія” ім.І.Франка,

м. Тернопіль, Україна;

<sup>3</sup>КНП «Центр первинної медико-

санітарної допомоги», м. Тернопіль,

Україна

## СТАТУС ВІТАМІНУ D, КАЛЬЦІЮ ТА ФОСФОРУ У ДІТЕЙ ІЗ SPINA BIFIDA

**Вступ.** Діти із spina bifida (SB) становлять групу найбільшого ризику з розвитку дефіцитних станів вітамінів та мінералів, в тому числі вітаміну D в силу малорухливого способу життя, тривалого перебування в закритих приміщеннях, розладів харчування. Метою нашої роботи було визначити аліментарне забезпечення вітаміном D, кальцієм та фосфором дітей із розшиленою хребта (spina bifida) та вміст даних нутрієнтів в сироватці крові дітей із SB.

**Матеріали і методи.** Під спостереженням було 20 дітей віком від 2-х до 17 років із вродженою вадою нервової трубки (spina bifida). Контрольну групу склали 67 здорових дітей віком від 6 до 17 років. Для визначення аліментарного забезпечення вітаміном D та мінералами кальцієм і фосфором проводили опитування дітей чи їх батьків за допомогою анкети, яка містила запитання щодо кількості споживання певних продуктів харчування впродовж тижня. Підраховували загальну кількість вітаміну D та мінералів кальцію і фосфору у тижневому раціоні, а також середньодобове їх споживання з харчовими продуктами та в цілому. Визначення концентрації 25-ОН вітаміну D, кальцію і фосфору в сироватці крові проводили за допомогою імуноферментного аналізу.

**Результати.** Серед обстежених дітей із SB переважали дівчатка (70,0%). Відставання у фізичному розвитку та білково-енергетичну недостатність встановлено у 3 (15,0%), надлишкову масу тіла – в 6 (30,0 %) дітей. У більшості дітей із SB мали місце клінічні прояви порушення мінерального обміну: порушення пропорцій тіла (55,0%), порушення постави (40,0%), сколіоз та/чи деформація грудної клітки (50,0%), карієс (40,0%). Не зважаючи на наявність у всіх дітей із SB у тижневому раціоні молочних, м'ясних і у 65,0% дітей рибних продуктів, їх кількість була недостатньою для забезпечення середньодобових потреб вітаміну D, кальцію та фосфору. Недостатнє надходження вітаміну D з продуктами харчування мало місце у 70,0% дітей, кальцію – у 90,0%, фосфору – у 80,0%, причому аліментарна забезпеченість кальцієм і фосфором у дітей із SB була достовірно нижчою, ніж у здорових дітей (p=0,0027 та p=0,0047, відповідно).

Оптимальний рівень вітаміну D в сироватці крові спостерігали лише у 10,0% дітей із SB, що було в двічі менше, ніж у здорових, тоді як його дефіцит спостерігали в 1,5 рази частіше у дітей із SB, ніж у здорових дітей. У половини пацієнтів із SB був знижений рівень кальцію, а у 70,0% – знижений рівень фосфору.

**Висновки.** Результати дослідження показують широку поширеність дефіциту і недостатності вітаміну D (у 90,0%), дефіциту кальцію і фосфору у дітей із SB та недостатнє їх харчове забезпечення, що вказує на необхідний додатковий прийом даних нутрієнтів поряд з проведенням корекції харчування та способу життя. Подальші дослідження на більшій когорті пацієнтів з апробацією режимів саплементації є необхідним для зниження ризиків ускладнень та покращення якості життя дітей із SB.

**Ключові слова:** spina bifida, вітамін D, кальцій, фосфор, нутрієнти, мінеральний обмін.

**Автор, відповідальний за листування:** Оксана Боярчук, Тернопільський національний медичний університет ім.І.Горбачевського, м. Тернопіль, Україна  
e-mail: [bovarchuk@idmu.edu.ua](mailto:bovarchuk@idmu.edu.ua)

## INTRODUCTION / ВСТУП

Spina bifida (SB) є одним із найпоширеніших дефектів нервової трубки [1], який виникає внаслідок її неповного закриття протягом першого місяця вагітності та може формуватися в будь-якій частині хребта [2]. Усунення дефекту в ранньому віці покращує прогноз дітей, але не призводить до повного одужання. Порушення функцій органів і систем розвиваються в перші роки життя і призводять до інвалідності [2, 3]. Ступінь порушень залежить від вираженості та локалізації дефекту [1]. Гідроцефалія, дисфункція сечового міхура, дисфункція кишечника, порушення рухової функції, сколіоз і деформація скелета, остеопороз, ожиріння та надмірна маса, психологічні проблеми, соціальна ізоляція – це неповний перелік проблем, з якими стикаються пацієнти з SB, що потребує постійного медичного нагляду [2, 3].

Діти із SB зазвичай ведуть малорухливий спосіб життя, перебувають тривалий час в закритих приміщеннях, мають розлади харчування і становлять групу найбільшого ризику з розвитку дефіцитних станів вітамінів та мінералів, в тому числі вітаміну D [4, 5, 6]. Проблеми дітей із SB особливо загострилися від час ізоляції при пандемії COVID-19 та ще більше під час повномасштабної війни [7]. Окрім загальновідомих факторів ризику дефіциту вітаміну D, діти з SB мають додаткові фактори ризику погіршення здоров'я кісткової тканини. Частота переломів у дітей із SB становить 11–30%, вони мають нижчі значення мінеральної щільності кісткової тканини (МЩКТ) порівняно з дітьми відповідного віку та статі [8].

На сьогодні є лише кілька опублікованих досліджень, які оцінювали рівень вітаміну D у дітей із розщипиною хребта в різних регіонах світу: в США [5], Італії [9], Польщі [10] та Малайзії [11]. В Україні подібні дослідження для даної когорти пацієнтів не проводились. Вивчення особливостей кальцій-фосфорного обміну та вітамінного статусу у дітей із соціально значимими захворюваннями, зокрема із SB дасть можливість оцінити аліментарну забезпеченість мікронутрієнтами, визначити поширеність дефіциту вітаміну D, гіпокальціємії і гіпофосфатемії серед дитячої популяції. Це, в свою чергу, дозволить вчасно провести корекцію виявлених порушень і тим самим попередити розвиток тяжких ускладнень, загрозливих для життя дитини в даний час і в дорослому віці, покращити якість життя дітей, при цьому зменшивши кошторисне навантаження лікування на систему охорони здоров'я.

Метою нашої роботи було визначити аліментарне забезпечення вітаміном D, кальцієм та фосфором дітей із розщипиною хребта (spina bifida) та вміст даних нутрієнтів в сироватці крові дітей із SB.

### Матеріали і методи

Під спостереженням було 20 дітей віком від 2-х до 17 років із вродженою вадою нервової трубки (spina bifida). Контрольну групу склали 67 здорових дітей віком від 6 до 17 років.

Для збору даних у дітей проводилось опитування, яке включало збір базових характеристик дітей (вік, стать, місце проживання, освіта батьків), спосіб життя (фізична активність, тривалість перебування на вулиці в осінній та

зимовий період) та клінічні дані у пацієнтів із SB (скарги, перебіг вагітності, пологів, діагноз, ураження органів і систем, порушення функції, перенесені оперативні втручання, споживання медикаментів, вітамінів, мінералів, біологічних добавок).

Для визначення аліментарного забезпечення вітаміном D та мінералами кальцієм і фосфором проводили опитування дітей за допомогою анкети, яка містила запитання щодо кількості споживання певних продуктів харчування впродовж тижня. До переліку харчових продуктів ввійшли молочні та кисломолочні продукти (молоко, морозиво, твердий сир, м'який сир, йогурт, маргарин, масло вершкове, сметана), круп'яні вироби (рис, гречка, овес, горох лущений), хлібобулочна продукція (хліб, випічка, макарони), м'ясо (телятина, свинина, курятина, печінка яловича і свиняча), рибні продукти (ікра, печінка тріски, сардини, шпроти, морська риба), овочі та фрукти (яблуко, квасоля, апельсин, листя салата, ківі, листя шпинату, соняшникова олія) та інше. Кожна дитина під наглядом батьків відтворювала свій тижневий раціон із зазначенням порції певного продукту. Дітям молодшого віку (від 6 до 9 років) тижневий раціон допомагали відтворювати батьки. Для дітей до 6-ти років раціон складала батьки чи їх законні представники. Зазначений перелік продуктів був сформований з урахуванням вітамінного та мінерального складу.

За результатами опитувальника, створеного з використанням бази даних вмісту вітамінів та мінералів у харчових продуктах, були визначені середня кількість та джерела їх надходження в організм дитини. Після чого підраховували загальну кількість вітаміну D та мінералів кальцію і фосфору у тижневому раціоні, а також середньодобове їх споживання з харчовим продуктом та в цілому. Отримані результати порівнювалися з національними та міжнародними рекомендаціями щодо добових потреб дитячого населення у вітамінах і мінеральних речовинах [12, 13].

Наступним етапом дослідження було проведення забору крові для визначення вітаміну D та кальцію і фосфору в сироватці крові дітей. Для кількісного визначення концентрації 25-ОН вітаміну D в сироватці крові використовувався набір для імуноферментного аналізу (ІФА) Monobind, Fcsc Bind ELISA Microwells, USA. Рекомендованим референтним значеннями вітаміну D надані такі градації:

- дефіцит вітаміну D менше 20 нг/мл;
- субоптимальне забезпечення (недостатність) вітаміну D 20–30 нг/мл;

- оптимальний рівень вітаміну D 30–50 нг/мл.

Кількісне визначення кальцію і фосфору проводилося за допомогою ІФА наборів Assay Kit Elabscience, USA колориметричним методом.

Письмова інформована згода була отримана від усіх учасників дослідження чи їх батьків. Експериментальний протокол був виконаний відповідно до вказівок Гельсінської декларації 1975 року, переглянутої у 2000 році.

Статистичний аналіз результатів проводився за допомогою статистичного пакету STATISTICA 10.0 та редактора таблиць Microsoft Excel 2003. Порівняння показників частоти в групах спостереження проводили за допомогою критерію  $\chi^2$ . Для порівняння середніх величин використовували t-тест для незалежних груп. Різниця між величинами вважалася значущими при  $p < 0,05$ .

#### Результати дослідження

Серед обстежених дітей із SB було 6 (30,0%) хлопчиків та 14 (70,0%) дівчаток. Вік дітей коливався від 2-х до 17 років та в середньому становив  $9,1 \pm 5,1$  років. Жителів села було 7 (35,0%) дітей, а решта 13 (65,0%) – мешканці міста. Вік батьків коливався від 28 років до 44 років.

Порушення рухової функції (парез чи параліч) спостерігали у 18 (90,0%) дітей, нетримання сечі – у 16 (80,0%), часті інфекції сечовивідних шляхів – у 14 (70,0%). Закрепи було виявлено у 19 (95,0%) обстежених, нетримання калу – в 6 (30,0%) пацієнтів.

Згідно даних акушерського анамнезу – 13 (65,0%) обстежених народились від 1 вагітності та пологів, 2 (10,0%) дітей – від 2 вагітності та пологів, та 4 (20,0%) хворих – від 3-ї вагітності та пологів. Відносно ще однієї дитини інформації не було. Термін між пологами становив від 3-х до 6-ти років. Недоношеними народилися 3 дітей.

При аналізі перебігу вагітності встановлено, що у 18 (90,0%) вона була ускладненою загрозою переривання, набряками, анемією, артеріальною гіпертензією. Медикаментозне лікування отримували 4 (20,0%) матерів, прийом вітамінів для вагітних – теж 4 (20,0%) матерів.

У 19 (95,0%) дітей проводилися оперативні втручання, пов'язані з основною патологією (закриття дефекту з корекцією гідроцефалії при необхідності).

Алергічні захворювання чи алергічні реакції зустрічались у 2 (10,0%) дітей. Серед обстежених лише 1 хлопчик відвідував спортивну секцію (плавання); ранкову зарядку проводили 3 (15,0%) пацієнтів.

Перебування дітей із SB на свіжому повітрі в середньому становило  $3,2 \pm 1,2$  год влітку і було достовірно вищим ( $p \leq 0,05$ ), ніж зимою ( $0,4 \pm 0,2$  год).

Антропометричне дослідження показало, що масу тіла відповідно віку мали 11 (55,0%)

обстежених дітей із SB, відставання у фізичному розвитку та білково-енергетичну недостатність – 3 (15,0%), надлишкову масу тіла – 6 (30,0%). Клінічні ознаки, які вказували на порушення мінерального обміну зображені на рис. 1.

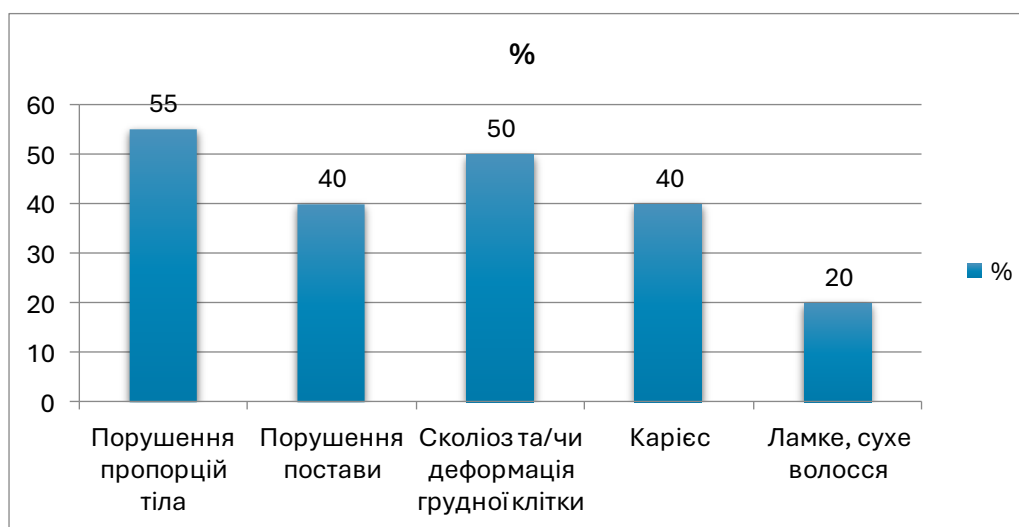


Рисунок 1 – Клінічні ознаки порушення мінерального обміну у обстежених дітей із SB

Таблиця 1 – Частка дітей, які вживають зазначені продукти протягом тижня

N	Продукт харчування	Діти із SB (n=20)	Здорові діти (n=30)	P
		n, %	n, %	
1	Молоко	16 (80,0)	26 (86,7)	>0,05
2	Морозиво	7 (35,0)	12 (40,0)	>0,05
3	Твердий сир	12 (60,0)	29 (96,7)	0,009
4	Сир домашній	18 (90,0)	19 (63,3)	0,0352
5	Йогурт	19 (95,0)	23 (76,7)	0,0832
6	Горіхи	11 (55,0)	19 (63,3%)	>0,05
7	Хлібобулочні вироби	17 (85,0)	29 (96,7)	>0,05
8	Квасоля	4 (20,0)	10 (33,3)	>0,05
9	Апельсин	18 (90,0)	24 (80,0)	>0,05
10	Сардина	6 (30,0)	8 (26,7)	>0,05
11	Майонез	10 (50,0)	18 (60,0)	>0,05
12	Рис	17 (85,0)	28 (93,3)	>0,05
13	Гречка	20 (100)	27 (90,0)	>0,05
14	Вівсяні пластівці	10 (50,0)	17 (56,7)	>0,05
15	Яйця	20 (100,0)	26 (86,7)	0,0887
16	Печінка тріски	0 (0)	5 (16,7)	0,0543
17	Горох	4 (20,0)	10 (33,3)	>0,05
18	Масло	15 (75,0)	23 (76,7)	>0,05
19	Сметана	16 (80,0)	27 (90,0)	>0,05
20	М'ясо тварин	20 (100,0)	30 (100,0)	>0,05
21	Ікра	0 (0)	4 (13,3)	0,0887
22	Морська риба	13 (65,0)	16 (53,3)	>0,05
23	Печінка яловича, свиняча	4 (20,0)	10 (33,3)	>0,05
24	Шпроти	0 (0)	10 (33,3)	0,0039



Серед дітей контрольної групи дівчаток було 31 (46,3%), хлопчиків – 36 (53,7%). В літній період вони проводили  $6,0 \pm 2,2$  год на свіжому повітрі, в зимовий період –  $1,7 \pm 0,9$  год, що було вірогідно більше, ніж у дітей із SB ( $p < 0,001$  та  $p < 0,05$  відповідно).

На основі опитувальників харчового раціону було визначено кількість дітей, які вживали зазначені в анкеті продукти харчування (табл.1).

Як видно з наведеної таблиці, майже всі діти із SB споживали молочні продукти, частіше у вигляді йогурту (95,0%), сиру домашнього (90,0%) та молока (80,0%). Всі респонденти вказали, що споживали каші (гречану і рисову), яйця, м'ясо тварин. Продукти, які багаті вітаміном D, споживали не всі діти. Зокрема, морська риба була в тижневому раціоні 65,0% дітей із SB. Діти із SB зовсім не вживали ікру, печінку тріски та шпроти. Натомість, здорові діти частіше, ніж діти із SB споживали твердий сир ( $p = 0,009$ ), а діти із SB надавали перевагу домашньому сиру ( $p = 0,0352$ ). Серед інших особливостей харчування здорових дітей слід відмітити вживання у певній кількості таких продуктів, як печінка тріски, ікра, шпроти (табл. 1).

На наступному етапі ми аналізували, які продукти харчового раціону дітей із SB дають

найбільше забезпечення вітаміном D, кальцієм і фосфором, що відображено в таблиці 2.

Не зважаючи на те, що морську рибу споживали не всі діти, найбільше вітаміну D вони отримували саме з цим продуктом. На другому місці за забезпеченням вітаміном D були яйця, які були в тижневому раціоні кожної дитини. Натомість, молочні продукти, м'ясо тварин не здатні достатньо забезпечити потреби дітей у вітаміні D. Проте, молочні продукти необхідні в раціоні для забезпечення кальцієм і фосфором, особливо молоко і сирні продукти. В яйцях також міститься достатньо кальцію і, особливо фосфору. Діти також отримували значну частку фосфору завдяки щоденному споживанню м'яса.

Аналіз середньодобового аліментарного забезпечення вітамінами і мінералами дітей із SB (табл. 3) показав, що їх кількісне споживання з зазначеними в опитувальнику продуктами є недостатнім відповідно до норм.

Середньодобова кількість вітаміну D, яку діти SB із отримували з продуктами харчування коливалась від 24 МО до 389 МО, кальцію – від 108 мг до 2128 мг, фосфору – від 382 мг до 1981 мг. Середньодобове споживання фосфору з продуктами харчування було вірогідно вищим у здорових дітей ( $p = 0,0434$ ), ніж у дітей із SB (рис.2).

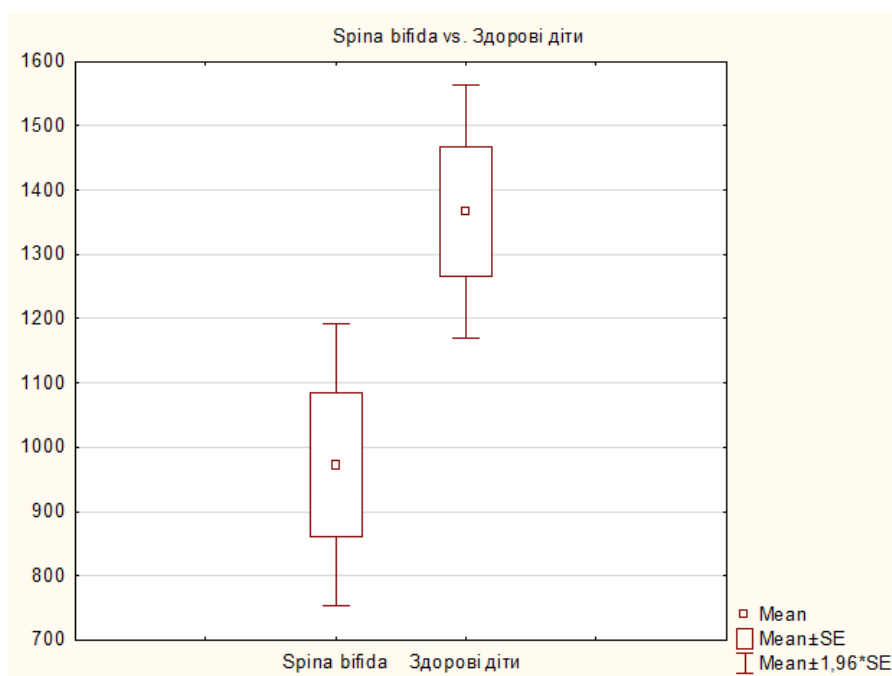


Рисунок 2 – Середньодобове споживання фосфору (мг) з продуктами харчування у дітей із spina bifida та у здорових дітей

Таблиця 2 – Вміст вітаміну D (МО), кальцію і фосфору (мг) в основних продуктах харчування тижневого раціону обстежених дітей із SB

№	Продукт харчування	Вітамін D M ± SD	Кальцій M ± SD	Фосфор M ± SD
1	Молоко	25,2±26,9	1512±1616	1134±1212
2	Морозиво	0,35±0,49	49±69	37,8±53,4
3	Твердий сир	2,24±2,8	2240±2810,3	1209,6±1517,6
4	Сир домашній	3,8±3	285±225,8	410,4±325,1
5	Йогурт	4,6±2,5	280,6±152,7	220,8±120,1
6	Квасоля	0,3±0,6	45±101,2	144±323,9
7	Сардина	43,2±120,6	85,9±240,1	110,2±308
8	Майонез	0,6±0,7	5,1±6,4	8,3±10,4
9	Рис	0±0	9,6±8,8	180±166,5
10	Вівсяні пластівці	0±0	21±26,1	111±138,4
11	Яйця	237,6±144	148,5±90	518,4±314,1
12	Печінка тріски	0±0	0±0	0±0
13	Горох	0,15±0,3	7±15,8	16±36,1
14	Масло	8,64±7,7	2,5±2,3	3,7±3,3
15	Сметана	5,2±5,9	80,5±108,2	55,9±75,1
16	М'ясо тварин	1,3±2,7	16,4±8,6	263,5±144,7
17	Ікра	0±0	0±0	0±0
18	Морська риба	800,0±821,9	40,0±41,0	280,0±287,6
19	Печінка яловича, свиняча	3,1±9,8	0,6±2,1	25,2±79,6
20	Шпроти	0±0	0±0	0±0

Таблиця 3 – Середньодобова кількість спожитих вітамінів та мінералів у дітей з SB

Нутрієнт	Діти з SB	Здорові діти	P	Середньодобова потреба
Вітамін D, МО	164,72±117,56	422,01±921,53	0,2215	200-400
Фосфор, мг	972,55±514,15	1366,71±813,37	<b>0,0434</b>	800-1200
Кальцій, мг	774,68±594,54	1050,0±789,27	0,1539	800-1200

Достатнє нутриціологічне забезпечення середньодобових потреб вітаміну D, кальцію і фосфору спостерігалось у 10,0–30,0% дітей із SB, тоді як у здорових дітей продукти харчування покривали добові потреби майже у половини дітей і аліментарна забезпеченість кальцієм і фосфором була достовірно вищою (табл. 4).

Таким чином, не зважаючи на наявність у всіх дітей із SB у тижневому раціоні молочних, м'ясних і у 65% дітей рибних продуктів, їх кількість була

недостатньою для забезпечення середньодобових потреб вітаміну D, кальцію та фосфору.

Прийом мінеральних комплексів усі обстежені заперечили. Вітамінні комплекси, в яких добова доза вітаміну D становила від 80 до 200 МО вживали 5 (25,0%) обстежених. Серед них ”омега+вітаміни D і С”, “піковіт” (за 1 міс до обстеження) та “супрадин” (за 4 міс до обстеження).

Середні показники вмісту вітаміну D, кальцію та фосфору в сироватці крові відображено в табл. 5.

Таблиця 4 – Забезпечення продуктами харчування середньодобових потреб вітаміну D, кальцію і фосфору

Нутрієнт	Діти з SB		Здорові діти		P
	n	%	n	%	
Вітамін D	6	30,0	33	49,3	0,1287
Фосфор	4	20,0	39	58,2	<b>0,0027</b>
Кальцій	2	10,0	30	44,8	<b>0,0047</b>

Таблиця 5 – Показники рівнів вітамінів та мінералів в крові дітей з SB

Нутрієнт	Діти з SB		Здорові діти		P
	M±SD	Min- max	M±SD	Min- max	
Вітамін D, нг/мл	16,54±10.26	5,46–38.09	20,65±8.07	6.93–41.90	0,0630
Фосфор, ммоль/л	1,17±0.14	0,97–1.37	1,18±0,26	0.57–2.02	>0,05
Кальцій, ммоль/л	2,22±0.14	1,99–2.43	2,18±0.18	1.56–2.42	>0,05

Не зважаючи на те, що у здорових дітей середній показник вмісту вітаміну D в сироватці крові був дещо вищим, достовірної різниці не було. Натомість, між вмістом кальцію і фосфору в крові не було різниці між пацієнтами з SB та здоровими дітьми.

В таблиці 6 відображено частку дітей, які мали зниження показників вітаміну D, кальцію і фосфору.

Отже, оптимальний рівень вітаміну D спостерігався лише у 10,0% дітей із SB та майже у 20,0% здорових дітей. Відсоток дітей з дефіцитом кальцію не відрізнявся у групах здорових дітей і дітей із SB. Дефіцит вітаміну D спостерігався в 1,5 рази частіше у дітей із SB ( $p=0.0804$ ), ніж у здорових дітей.

Таблиця 6 – Статус вітаміну D, кальцію та фосфору у дітей із spina bifida

Нутрієнт	Діти з SB		Здорові діти		P
	n	%	n	%	
Вітамін D					
- Дефіцит	14	70,0	32	47,8	0,0804
- Недостатність	4	20,0	22	32,8	0,2711
- Оптимальний рівень	2	10,0	13	19,4	0,3286
Дефіцит фосфору (< 1,29 ммоль/л)	14	70,0	33	49,3	0,1023
Дефіцит кальцію (< 2,25 ммоль/л)	10	50,0	30	44,8	0,6808

**Обговорення.** Наше дослідження показало, що більшість дітей із SB ведуть малорухливий спосіб життя (лише 1 дитина відвідувала спортивну секцію, 15,0% дітей робили фізичну зарядку), що пов'язано здебільшого з основною патологією. Майже у третини дітей спостерігається надлишкова маса тіла. У більшості дітей із SB мали місце клінічні прояви порушення мінерального обміну: порушення пропорцій тіла (55,0%), порушення постави (40,0%), сколіоз та/чи деформацію грудної клітки (50,0%), карієс (40,0%).

Діти із SB мають широку поширеність дефіциту і недостатності вітаміну D. Оптимальний рівень вітаміну D в сироватці крові спостерігали лише у 10,0% дітей із SB, що було в двічі менше, ніж у здорових, тоді як його дефіцит спостерігали в 1,5 рази частіше у дітей з розщипиною хребта, ніж у здорових дітей. У половини пацієнтів був знижений рівень кальцію, а у 70,0% – знижений рівень фосфору. Суттєві порушення мінерального обміну можуть позначитись на стані здоров'я пацієнтів із розщипиною хребта. Причому, в силу певних обставин: соціальних, економічних, психологічних, харчування дітей не забезпечує добові потреби у вказаних нутрієнтах. Зокрема, нестача вітаміну D

мала місце у 70,0% дітей, кальцію – у 90,0%, фосфору – у 80,0%, що вказує на необхідність додаткового прийому вітаміну D, кальцію і фосфору у дітей із SB для забезпечення нормального формування і росту скелету, попередження розвитку переломів і покращення якості життя. Забезпеченість кальцієм і фосфором у дітей із SB була вірогідно нижчою, ніж у здорових дітей. Дефіцит вітаміну D на фоні недостатнього споживання кальцію у дітей із SB може призводити до зниження МЩКТ та підвищує ризик переломів.

Результати нашого дослідження співставимі з даними інших наукових праць. Зокрема, Mazur et al. продемонстрували оптимальний рівень вітаміну D лише у 19% дітей із SB, решта пацієнтів мали недостатність чи дефіцит вітаміну [5]. Дослідження, проведене в Малайзії [11] показало, що у 55% дітей із SB спостерігалась недостатність чи дефіцит вітаміну D. Тоді як польські дослідники виявили дефіцит/недостатність вітаміну D у 97% пацієнтів із SB [10]. Було показано, що етнічна приналежність та додаткове споживання вітаміну D корелювали з рівнями 25-гідроксиколекальциферолу. Афро-американці та латиноамериканські пацієнти мали значно нижчі рівні вітаміну D, а пацієнти, які



повідомляли про щоденний прийом добавки вітаміну D, мали значно вищі рівні [11]. Деякі дослідження показали зв'язок між переломами та низьким рівнем вітаміну D [14]. У дітей із SB і переломами передпліччя частіше був дефіцит вітаміну D. Крім того, два дослідження дітей із SB з північних регіонів, обидва на 42-й широті, показали схожі результати. Бостонське дослідження показало, що лише 25% дітей мали достатній рівень, а італійське дослідження дійшло висновку, що рівень вітаміну D був значно нижчим у дітей із SB, ніж у дітей у загальній популяції [8, 9]. Таким чином, діти з SB мають підвищений ризик субоптимального рівня вітаміну D, незалежно від широти проживання. Інститут медицини і Американська асоціація педіатрів не рекомендують покладатися лише на вплив сонячного світла для вироблення вітаміну D у шкірі будь-якої популяції [15]. Неправильно стверджувати, що дітям не потрібно давати дієтичне або додаткове харчування з вітаміном D через достатню кількість сонячного світла, навіть у південних регіонах. Рекомендована добова норма вітаміну D для дітей старше 1 року становить 600 МО/день [15]. У Сполучених Штатах молоко добровільно збагачують 400–600 МО вітаміну D. У Канаді за законом молоко збагачують 35–40 МО/100 мл. Навіть із збагаченням діти можуть споживати недостатню кількість молока, рекомендовану для їхнього віку. Збагачення може бути недостатнім, враховуючи типове споживання вказаних продуктів дітьми. Інше дослідження в північній Італії показало, що для досягнення оптимального рівня вітаміну D у сироватці крові потрібні дози 1500 МО/день з листопада до квітня [16]. Підлітки і темношкірі діти потребують ще більших доз вітаміну D. Таким чином, для досягнення належного рівня вітаміну D необхідно приймати добавки.

Дослідження, проведене у Малайзії показало, що тривалість перебування на сонці ( $\leq 35$  хв на день) і частка впливу шкіри ( $\leq 21\%$  площі поверхні тіла, підданої сонячному світлу, еквівалентно площі обличчя та рук до коротких рукавів), були важливі фактори ризику низького рівня вітаміну D серед малайзійських дітей із SB [10]. Holick рекомендує , оголювали руки та ноги (еквівалентно 20–25% площі поверхні тіла) дорослим особам європеїдної раси протягом 5–15 хвилин три рази на тиждень [17].

Значна частина досліджуваної популяції у Малайзії не відповідала рекомендованим вимогам споживання кальцію та вітаміну D [11]. Майже половина суб'єктів (43,8%) мали недостатнє споживання кальцію з їжею, тоді як майже всі (95,0%) мали споживання вітаміну D нижче норм

для статі та віку. Науковцями не було виявлено істотного зв'язку між низьким споживанням кальцію або вітаміну D і статусом вітаміну D, що вони пов'язують з невеликою кількістю суб'єктів із достатнім споживанням вітаміну D з їжею ( $n = 5$ ), що перешкоджало значущому аналізу.

Таким чином, аналіз літературних джерел підтверджує отримані нами дані щодо значного поширення недостатності і дефіциту вітаміну D серед дітей із SB. Субоптимальний статус спостерігався від 38% дітей в США до 97% дітей із SB у Польщі. Більшість досліджень вказують на недостатнє споживання кальцію і вітаміну D у даній когорті дітей, хоча дані про їх вплив на вітамін D статус суперечливі. Натомість тривалість перебування на сонці та частка його впливу на шкіру були незалежними предикторами дефіциту вітаміну D. В нашій когорті перебування дітей із SB на свіжому повітрі як в літній, так і зимовий періоди є значно нижчою, ніж у здорових дітей ( $p < 0,001$  та  $p < 0,05$  відповідно).

Кальцій також є важливою поживною речовиною для здоров'я кісток у дітей з SB. Проведені дослідження показали, що 81% пацієнтів пили молока менше, ніж рекомендовано ААР для їхнього віку: 2 чашки на день для дітей віком від 1 до 8 років і 3 чашки на день для дітей віком від 9 до 18 років [5]. Наведені дані співпадають із результатами нашого дослідження, яке показало недостатнє поступлення кальцію з продуктами харчування у 90,0%. Додавання кальцію може бути проблематичним через хронічні закрепи у дітей із нейрогенними захворюваннями кишечника та ризиком гіперкальціурії, конкрементів у нирках у дітей із рецидивуючими інфекціями сечовивідних шляхів та обмеженою рухливістю [9]. Враховуючи недостатність і дефіцит вітаміну D у значній кількості дітей із SB, додаткове споживання вітаміну буде сприяти оптимізації здоров'я кісток і зменшенню частоти переломів у дітей із SB у критичний момент для нарощування кісткової маси.

Обмеженнями нашого дослідження були невелика кількість обстежених дітей із SB, оскільки патологія є рідкісною. Вивчення впливу аліментарного забезпечення нутрієнтами ґрунтувалось на відповідях дітей чи їх батьків, тому не виключені неповні відповіді, чи ті, які не зовсім відповідали дійсності. Проте, навіть, враховуючи ці обмеження наші результати були співставимі з даними, які отримали польські колеги [10]. Подальші дослідження на більшій когорті пацієнтів з апробацією режимів саплементатії є необхідним для зниження ризиків недостатності нутрієнтів, виникнення ускладнень та покращення якості життя дітей із SB.

Загалом підвищення обізнаності медичної спільноти та громадськості щодо проблем дітей із рідкісною патологією, в тому числі щодо їх нутритивного статусу, вітамінного забезпечення

дасть можливість проводити вчасну корекцію дефіцитних станів і попередити розвиток тяжких ускладнень [18].

### CONCLUSIONS / ВИСНОВКИ

Аліментарне забезпечення вітаміном D, кальцієм і фосфором дітей з spina bifida було недостатнім. Середньодобові потреби вітаміну D у дітей із spina bifida забезпечувались продуктами харчування лише у 30,0% дітей, потреби кальцію – в 10,0%, потреби фосфору – у 20% дітей.

Дефіцит чи недостатність вітаміну D

спостерігалися у 90,0% дітей із spina bifida, знижений рівень кальцію – у половини дітей, фосфору – у 70,0% дітей.

Враховуючи широку поширеність дефіциту вітаміну D, кальцію і фосфору у дітей із spina bifida та недостатне їх харчове забезпечення, необхідний додатковий прийом даних нутрієнтів поряд з проведенням корекції харчування та способу життя.

### AUTHOR CONTRIBUTIONS / ВКЛАД АВТОРІВ

Всі автори зробили внесок у написання початкової і переглянутої версії цього документа. Вони несуть повну відповідальність за цілісність усіх аспектів роботи.

### FUNDING / ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Дослідження було проведено в рамках проекту «Особливості вітамінно-мінерального статусу у здорових дітей та дітей із соціально значущими захворюваннями», який фінансувався Міністерством охорони здоров'я за кошти державного бюджету.

### CONFLICT OF INTEREST / КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

### REFERENCES/СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Gober J, Thomas SP, Gater DR. Pediatric Spina Bifida and Spinal Cord Injury. *J Pers Med*. 2022.12(6):985. <https://doi.org/10.3390/jpm12060985>
- Iskandar BJ, Finnell RH. Spina Bifida. *N Engl J Med*. 2022.387(5): 444-450. <https://doi.org/10.1056/NEJMra2116032>
- Boyarchuk OR, Koshmaniuk MV, Hlushko KT, Lovga MI, Savkiv DV. Spina bifida health issues of children in Ukraine. *Modern Pediatrics. Ukraine*. 2023.2(130):40-49. <https://doi.org/10.15574/SP.2023.130.40>
- Sullivan AM, Herdt M. Characteristics and first-year mortality, by lesion level, among infants with spina bifida in the New York State Birth Defects Registry, 2008-2017. *Birth Defects Res*. 2022.114(2):62-68. <https://doi.org/10.1002/bdr2.1978>
- Mazur LJ, Wilsford LD, Rosas L, Sullivan E. Low 25-Hydroxyvitamin D Levels in Children with Spina Bifida. *South Med J*. 2016.109(1):31-5. <https://doi.org/10.14423/SMJ.0000000000000397>
- Hlushko K, Boyarchuk O, Kinash M, Burbela E, Rohalska Y, Dobrovolska L. AWARENESS OF FOLIC ACID USE AND ITS EFFECTS AMONG MEDICAL STUDENTS IN UKRAINE. *Wiad Lek*. 2021.74(9 cz 1):2033-2038. PMID: 34725272.
- Boyarchuk O, Koshmaniuk M. The impact of the Russian invasion on healthcare for people with spina bifida in Ukraine. *Disability and Society*. 2023. <https://doi.org/10.1080/09687599.2023.2255735>
- Marreiros H. Update on bone fragility in spina bifida. *J Pediatr Rehabil Med*. 2018.11(4):265-281. <https://doi.org/10.3233/PRM-180555>
- Martinelli V, Dell'Atti C, Ausili E, Federici E, Magarelli N, Leone A, et al. Risk of fracture prevention in spina bifida patients: correlation between bone mineral density, vitamin D, and electrolyte values. *Childs Nerv Syst*. 2015.31(8):1361-5. <https://doi.org/10.1007/s00381-015-2726-2>
- Okurowska-Zawada B, Kozerska A, Żelazowska B, Kułak W, Wasilewska A, Wysocka J. Serum 25-hydroxyvitamin D, osteocalcin, and parathormone status in children with meningomyelocele. *Neuropediatrics*. 2012.43(6):314-9. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327126>
- Fong CY, Ong FN, Ong LC, Khoo TB, Lee ML. Vitamin D deficiency and insufficiency in Malaysian children with spina bifida. *Spinal Cord*. 2020.58(9):1030-1036. <https://doi.org/10.1038/s41393-020-0441-7>
- U.S. Food and Drug Administration. Food Labeling: Revision of the Nutrition and Supplement Facts Labels and Serving Sizes of Foods That Can Reasonably Be Consumed at One Eating Occasion; Dual-Column Labeling; Updating, Modifying, and Establishing Certain Reference Amounts Customarily Consumed; Serving Size for Breath Mints; and Technical Amendments; Proposed Extension of Compliance Dates external link disclaimer. 2017.

13. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. Normy fiziologichnykh potreb naselennia Ukrainy v osnovnykh kharchovykh rechovynakh i enerhii. Nakaz N 1073, 2017. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text>
14. Herdea A, Ionescu A, Dragomirescu MC, Ulici A. Vitamin D-A Risk Factor for Bone Fractures in Children: A Population-Based Prospective Case-Control Randomized Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(4):3300. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043300>.
15. Ross AC, Manson JE, Abrams SA, Aloia JF, Brannon PM, Clinton SK, et al. The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the Institute of Medicine: what clinicians need to know. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(1):53-8. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-2704>
16. Mazzoleni S, Magni G, Toderini D. Effect of vitamin D3 seasonal supplementation with 1500 IU/day in north Italian children (DINOS study). *Ital J Pediatr*. 2019;45(1):18. <https://doi.org/10.1186/s13052-018-0590-x10>
17. Holick MF. Sunlight, UV Radiation, Vitamin D, and Skin Cancer: How Much Sunlight Do We Need? *Adv Exp Med Biol*. 2020;1268:19-36. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-46227-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-46227-7_2).
18. Boyarchuk O, Kinash M, Hariyan T, Bakalyuk T. Evaluation of knowledge about primary immunodeficiencies among postgraduate medical students. *Arch Balk Med Union*. 2019;54(1):130-138. <https://doi.org/10.31688/ABMU.2019.54.1.18>

Received 12.02.2024

Accepted 18.04.2024

Одержано 12.02.2024

Затверджено до друку 18.04.2024

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS / ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Оксана Боярчук**, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського, телефон +380352-524492; електронна пошта – [boyarchuk@tdmu.edu.ua](mailto:boyarchuk@tdmu.edu.ua)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1234-0040>

**Катерина Глушко**, кандидат медичних наук, доцент кафедри педіатрії №2 Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського, телефон +380352-524492; електронна пошта – [glushko\\_kt@tdmu.edu.ua](mailto:glushko_kt@tdmu.edu.ua)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4777-5300>

**Леся Добровольська**, кандидат медичних наук, доцент кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського, телефон +380352-524492; електронна пошта – кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського, телефон +380352-524492; електронна пошта – [dobrovolska\\_li@tdmu.edu.ua](mailto:dobrovolska_li@tdmu.edu.ua)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4155-534X>

**Анастасія Грех**, Тернопільський академічний ліцей “Українська гімназія” ім. І. Франка, електронна пошта – [nas.hrekh@gmail.com](mailto:nas.hrekh@gmail.com)

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-8612-6751>

**Ярослав Савуляк**, лікар-педіатр, КНП «Центр первинної медико-санітарної допомоги», Тернопіль, молодший науковий співробітник Центральної науково-дослідної лабораторії Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського, телефон +380352-524492; електронна пошта – [savulyakyaz@tdmu.edu.ua](mailto:savulyakyaz@tdmu.edu.ua)

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8552-4439>

**Тамара Воронцова**, кандидат медичних наук, доцент кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського, телефон +380352-524492; електронна пошта – кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського, телефон +380352-524492; електронна пошта – [voroncova@tdmu.edu.ua](mailto:voroncova@tdmu.edu.ua)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5434-7064>

**Любов Волянська**, кандидат медичних наук, доцент кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського, телефон +380352-524492; електронна пошта – [volyanska@tdmu.edu.ua](mailto:volyanska@tdmu.edu.ua)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5447-8059>