

О. М. ШУЛЬГАЙ

ПОШИРЕНІСТЬ ГІПОВІТАМІНОЗУ D ТА ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ НИМ ФАКТОРІВ У ДІТЕЙ ПІДЛІТКОВОГО ВІКУ З ОЖИРІННЯМ

Тернопільський національний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, Україна

Мета: визначення поширеності та специфічних чинників дефіциту вітаміну D серед дітей підліткового віку з надлишковою масою тіла та ожирінням.

Матеріали і методи. Проведено перехресне дослідження 208 дітей віком від 12 до 17 років (135 хлопців та 73 дівчат), які пройшли повне клінічне обстеження. Оцінку результатів рівня 25(OH)D у сироватці крові проводили за рекомендаціями Міжнародного товариства ендокринологів. Використано такі методи дослідження: епідеміологічний, антропометричний, біохімічний, статистичний, системного аналізу.

Результати. Проведені дослідження показали, що концентрація кальцидіолу у підлітків із нормальною масою тіла становила $18,02 \pm 4,03$ нг/мл, при надмірній вазі – $14,37 \pm 3,78$ нг/мл, а в осіб з ожирінням – $12,32 \pm 3,01$ нг/мл.

У дітей із нормальною масою тіла недостатність вітаміну D визначалася у 30%, а дефіцит – 50%, при надлишкової масі тіла недостатність становила 32,9% і дефіцит – 55,7%, при ожирінні недостатність становила 21,4%, а дефіцит – 72,7%. Поширеність дефіциту вітаміну D у дітей із надлишковою масою тіла в 1,5 рази більшою була у дівчат, а при ожирінні – в 1,6 рази.

Серед дітей підліткового віку визначається зворотний кореляційний зв'язок ($p < 0,01$) між рівнями кальцидіолу та паратгормону ($r = -0,645$) й між кальцидіолом та індексом маси тіла ($r = -0,395$), а також прямий кореляційний зв'язок між рівнем паратгормону та індексом маси тіла ($r = 0,468$, $p < 0,01$).

До визначальних предикторів, які впливають на рівень поширеності дефіциту вітаміну D, належать осінньо-зимовий період, кількість уживання молока, тривалість щоденного перебування на відкритому повітрі, фізична активність, індекс маси тіла.

Висновки. Поширеність дефіциту вітаміну D у дітей із надлишковою масою тіла та ожирінням є високою і знаходиться в межах від 55,7% до 72,7%. Рівень кальцидіолу взаємопов'язаний із рівнем паратгормону та залежить від індексу маси тіла, фізичної активності, характеру харчування та сезону.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: вітамін D; кальцидіол; паратгормон; поширеність; фізична активність.

Вступ. Вітамін D та паратиреоїдний гормон (ПТГ) відіграють фундаментальну роль у регуляції кальцієво-фосфорного обміну та формуванні кісткової тканини [1]. Нестача вітаміну D знижує кишкову абсорбцію кальцію, що стимулює підвищене виділення ПТГ для підтримання стабільного рівня цього мікроелемента у крові. Така адаптивна реакція супроводжується активацією остеокластів і прискоренням процесів резорбції кістки, що, зрештою, спричиняє зменшення її мінеральної щільності [1; 2].

Значення дефіциту вітаміну D виходить за межі кісткових структур. Дані численних епідеміологічних досліджень свідчать про його вплив на ендокринний баланс та участь у розвитку різних захворювань, включаючи цукровий діабет, аутоімунні ураження щитоподібної залози й синдром полікістозних яєчників [3–5]. Механізми цих взаємозв'язків досі досліджуються, проте отримані результати вказують на потребу у більш глибоких мультицентрових аналізах [6].

Особливу наукову та практичну увагу привертає роль вітаміну D у пацієнтів із надмірною масою тіла та ожирінням. Установлено, що у цієї категорії частіше фіксують знижені концентрації кальцидіолу в сироватці [5]. До ключових чинників відносять обмежене перебування на сонці, малорухливість, депонування жиророзчинних вітамінів у надлишковій жировій тканині, а також можливі гормональні та метаболічні зміни, які впливають на транспорт і метаболізм вітаміну D [7].

У дітей та підлітків з ожирінням наслідки гіповітамінозу D проявляються не лише зниженням кісткової міцності, а й підвищеною частотою переломів, деформаціями довгих кісток і патологіями суглобових зон росту [8]. Окрім того, недостатність цього вітаміну здатна посилювати інсулінорезистентність і сприяти прогресуванню метаболічного синдрому, що підвищує ризик кардіоваскулярних ускладнень у майбутньому [9].

© О. М. Шультгай, 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Висока поширеність ожиріння в дитячій популяції робить моніторинг рівня вітаміну D одним із пріоритетних завдань сучасної превентивної медицини. Стратифікація за індексом маси тіла дає змогу визначити групи підвищеного ризику, для яких необхідні скринінгові обстеження, корекція харчування, підвищення фізичної активності та, за потреби, застосування медикаментозної терапії [10].

Таким чином, взаємозв'язок між ожирінням і дефіцитом вітаміну D має комплексний характер. Усвідомлення цього взаємозв'язку є підґрунтям для розроблення інтегрованих профілактичних і лікувальних стратегій, спрямованих на збереження здоров'я дітей та підлітків у довгостроковій перспективі.

Мета: визначення поширеності та специфічних чинників дефіциту вітаміну D серед дітей підліткового віку з надлишковою масою тіла та ожирінням.

Матеріали і методи. Проведено перехресне дослідження 208 дітей віком від 12 до 17 років (135 хлопців та 73 дівчат), які пройшли клінічне обстеження у 2-му педіатричному відділенні КНП «Тернопільська обласна дитяча клінічна лікарня» з 2019 по 2024 р. Усі діти, які були включені в дослідження, знаходилися в різних періодах статевого дозрівання відповідно до критеріїв Таннера (Tanner II–IV).

Критеріями включення в дослідження були підлітки віком від 12 до 17 років за умови відсутності ознак гострої патології, у період з осені до весни, а також за наявності підписаної інформованої згоди. Критеріями виключення були діти з ожирінням ендокринного походження, ті, хто отримував глюкокортикоїди або протиепілептичні засоби, пацієнти зі спадковими чи вродженими патологіями, особи з підтвердженим цукровим діабетом, а також ті, хто не надав письмової інформованої згоди.

Батьки та/або законні опікуни були поінформовані й надали згоду на участь у цьому дослідженні в усіх випадках. Комісією з біоетики Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України засвідчено відповідність проведених досліджень морально-етичним нормам (протокол № 80 від 10 січня 2025 р.).

Відповідно до критеріїв включення, усім дітям проводили антропометричні вимірювання зросту та маси тіла і за їх результатами вираховували індекс маси тіла (ІМТ). За визначення нормальної маси тіла, надмірної маси тіла чи ожиріння використовували критерії ВООЗ [11].

Для встановлення основних предикторів, які впливають на вітамін D, статус дітей підліткового віку з різними показниками ІМТ проводили анкетування згідно з валідованим «Опитувальникаом для оцінки статусу вітаміну D у молодих людей» [12].

Для оцінки забезпеченості вітаміном D проводили визначення у сироватці крові рівня 25(OH)D. Уміст 25(OH)D визначали за допомогою імуноферментного методу з використанням аналізатора Multiskan FC та тестового набору 25-OH Vitamin D ELISA (EUROIMMUN, Germany) при intra-assay CV 3,2–4,9% та inter-assay CV 4,0–7,8%. Оцінку результатів рівня 25(OH)D проводили за рекомендаціями Міжнародного товариства ендокринологів [2–4]. Достатній уміст 25(OH)D відповідав 30–100 нг/мл, недостатність вітаміну D уважалася за рівня кальцидіолу в межах від 20 нг/мл до 29 нг/мл, дефіцит вітаміну D встановлювали при рівні 25(OH)D нижче 20 нг/мл [2; 3].

Рівень паратгормону визначали за допомогою імуноферментного методу при використанні аналізатора та тест системи Cobas 6000, Roche Diagnostics (Швейцарія). Референтні значення рівня паратгормону як для хлопців, так і дівчат становили 15,0–65,0 пг/мл.

Статистичну обробку отриманих результатів дослідження проводили з використанням статистичного пакету Statistica 10,0 і табличного редактора Microsoft Excel 2007. Оцінку нормальності розподілу ознак проводили за критеріями Колмогорова – Смирнова та Шапіро – Вілка. Результати досліджень представлено у відсотках (%) та середніх значеннях (M) із відповідними стандартними відхиленнями (SD) та довірчими інтервалами (95% ДІ). Статистичний аналіз включав описову статистику, встановлення достовірності відмінностей за *t*-критерієм Стьюдента, дисперсійний аналіз, χ^2 -тест, установлення кореляційного зв'язку (кореляція Пірсона) та множинний логістичний регресійний аналіз. Статистична значущість вважалася, коли *P*-значення було <0,05.

Результати дослідження та їх обговорення. Для оцінки забезпеченості вітаміном D у підлітків із нормальною, надлишковою масою тіла й ожирінням проводили визначення рівня 25(OH)D у сироватці крові. Результати дослідження показали, що концентрація кальцидіолу у підлітків із нормальною масою тіла становила $18,02 \pm 4,03$ нг/мл, при надмірній вазі – $14,37 \pm 3,78$ нг/мл, а в осіб з ожирінням – $12,32 \pm 3,01$ нг/мл (рис. 1).

Частка підлітків із нормальною масою тіла та достатнім рівнем вітаміну D у 1,75 рази перевищувала показник у групі з надмірною масою та у 3,5 рази – серед дітей з ожирінням (рис. 2). Недостатність вітаміну D виявлено у 33,9% підлітків із надмірною масою та у 21,4% дітей з ожирінням. При цьому частка осіб із вітамін-D-дефіцитом при надлишковій масі зростала на 11,4%, а при ожирінні – на 45,4% ($p = 0,008$) порівняно з контрольною групою.

Порівняльний аналіз показників вітамін-D-забезпеченості виявив виразні відмінності залежно від статі та категорії маси тіла. У групі підлітків із

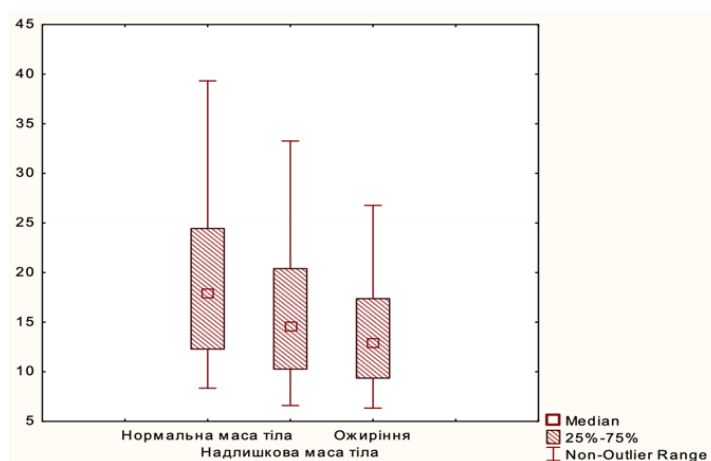


Рис. 1. Рівень кальцидіолу у сироватці крові підлітків

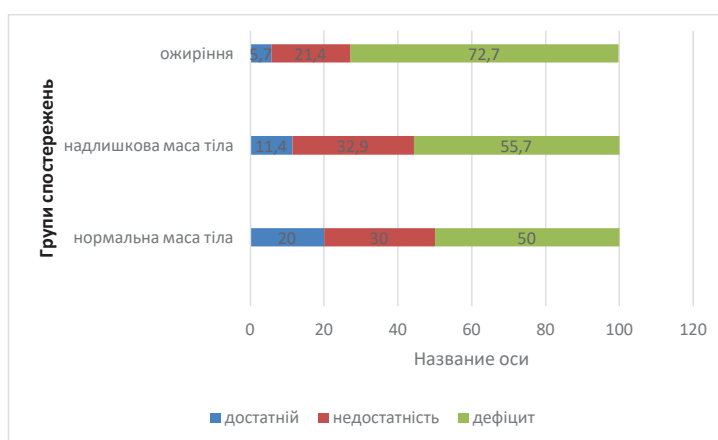


Рис. 2. Поширеність гіповітамінозу D залежно від індексу маси тіла

нормальним індексом маси тіла середній рівень 25(ОН)D у сироватці крові становив $18,81 \pm 5,20$ нг/мл у дівчат та $17,49 \pm 4,01$ нг/мл у хлопців. Серед підлітків із надмірною масою тіла спостерігалось зниження концентрації кальцидіолу: у дівчат – до $15,36 \pm 3,22$ нг/мл, у хлопців – до $13,90 \pm 3,19$ нг/мл. Найнижчі показники відзначалися у групі з ожирінням: у дівчат рівень 25(ОН)D дорівнював $10,63 \pm 3,78$ нг/мл, тоді як у хлопців цей показник становив $13,25 \pm 3,19$ нг/мл ($9,44$ – $17,37$ нг/мл). Отримані результати свідчать про наявність чіткої тенденції до зменшення концентрації 25(ОН)D зі збільшенням маси тіла. Зокрема, в осіб із надмірною масою тіла та ожирінням визначалися нижчі рівні кальцидіолу порівняно з підлітками з нормальною масою, що узгоджується з даними інших дослідників, які пов'язують розвиток дефіциту вітаміну D у підлітків з ожирінням підвищеним депонуванням вітаміну D у жировій тканині та зниженням його біодоступності [1].

Порівняльну оцінку поширеності різних рівнів забезпеченості підлітків чоловічої й жіночої статі вітаміном D представлено в табл. 1. Установлено, що серед хлопців із надмірною масою

тіла лише 13,9% мали достатній рівень 25(ОН)D (>30 нг/мл), а серед дівчат – лише 7,4%. Вітамін-D-недостатність за надлишкової маси тіла відзначалася у 34,8% хлопців та 29,6% дівчат, а дефіцит вітаміну D, навпаки, переважав у дівчат, який становив 66,7% порівняно з 48,8% у хлопців. У підлітків з ожирінням ситуація виявилася ще більш несприятливою. Оптимальні концентрації 25(ОН)D виявлено лише у 5,8% хлопців та 5,4% дівчат, недостатність була в 1,2 рази більше вираженою у дівчат, а поширеність дефіциту у дівчат в 1,6 рази більшою порівняно з хлопцями.

З огляду на встановлений взаємозв'язок між паратгормоном та кальцидіолом, було проведено окремий аналіз його концентрації у сироватці крові. У дітей із нормальною масою тіла середній рівень ПТГ становив $31,09 \pm 5,94$ пг/мл. У підлітків із надлишковою вагою цей показник зростав у 1,5 рази і досягав $47,82 \pm 8,57$ пг/мл. Серед обстежених дітей з ожирінням підвищений рівень паратгормону виявлено у 28,4% випадків, а середнє значення його становило $51,39 \pm 10,36$ пг/мл.

Таблиця 1

Характеристика рівня забезпеченості вітаміном D підлітків залежно від статі

Рівень 25(OH)D в сироватці крові	Надмірна маса тіла		Ожиріння	
	Хлопці n=43	Дівчата n=15	Хлопці n=51	Дівчата n=31
25(OH)D > 30 нг/мл; абс. (%)	6 (13,9)	2 (7,4)	3 (5,8)	2 (5,4)
25(OH)D 20-30 нг/мл; абс. (%)	15 (34,8)	8 (29,6)	10 (19,6)	9 (24,3)
25(OH)D < 20 нг/мл; абс. (%)	21 (48,8)	18 (66,7)	35 (48,6)	29 (78,4)

Примітка. Рівень достовірності $p > 0,05$.

Аналіз отриманих даних свідчить, що зміна концентрації ПТГ у дітей із надмірною масою тіла та ожирінням не мала вираженої залежності від статі. Водночас у групі з надлишковою масою тіла рівень паратгормону у хлопців був на 30,67% вищим, аніж у дівчат, а при ожирінні спостерігалася протилежна тенденція, де середнє значення ПТГ у дівчат перевищувало аналогічний показник у хлопців на 4,19%.

Спостерігалася негативна кореляція ($P < 0,01$) між рівнями кальцидіолу та ПТГ ($r = -0,645$). Окрім того, також спостерігалася позитивна кореляція ($p < 0,01$) між ПТГ та ІМТ ($r = 0,468$) та негативна кореляція ($P < 0,01$) між кальцидіолом та ІМТ ($r = -0,395$).

Дослідники вважають, що зниження рівня кальцидіолу в сироватці крові при ожирінні стимулює підвищення рівня ПТГ, що, своєю чергою, збільшує приплив кальцію в адипоцити та сприяє ліпогенезу, потенційно зменшуючи ліполіз [3; 4; 8].

За результатами множинного регресійного аналізу встановлено основні предиктори, які мають достовірний зв'язок із рівнем забезпеченості вітаміном D (табл. 2).

До таких належать осінньо-зимовий період, уживання молока, тривалість щоденного перебування на відкритому повітрі, фізична активність, індекс маси тіла.

Висновки. Поширеність дефіциту вітаміну D у дітей із надлишковою масою тіла та ожирінням є високою і знаходиться в межах від 55,7% до 72,7%. Рівень кальцидіолу взаємопов'язаний із рівнем паратгормону та залежить від індексу маси тіла, фізичної активності, характеру харчування та сезону.

Перспективи подальших досліджень. Проведення подальших досліджень повинно бути спрямоване на вивчення зв'язку поширеності дефіциту вітаміну D із розвитком кардіометаболічних порушень у дітей підліткового віку.

Таблиця 2

Множинний логістичний регресійний аналіз для передбачуваних факторів ризику гіповітамінозу D

Предиктор	ВШ (95% ДІ)	P-значення
Осінньо-зимовий період	1,92 (1,15–6,37)	0,012
Уживання молока	2,44 (1,28–5,61)	0,010
Тривалість щоденного перебування на відкритому повітрі	3,10 (1,63–5,10)	0,004
Фізична активність	3,16 (1,08–6,25)	0,001
Індекс маси тіла	4,32 (2,15–8,68)	0,001

Список літератури

- Holik M.F. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Rev Endocr Metab Disord.* 2017. Vol. 18, № 2. P. 153–165.
- Pulungan A., Soesanti F., Tridjaja B., Batubara J. Vitamin D insufficiency and its contributing factors in primary school-aged children in Indonesia, a sun-rich country. *Ann Pediatr Endocrinol Metab.* 2021. Vol. 26, № 2. P. 92–98.
- Zhang H., Shen Z., Lin Y., Zhang J., Zhang Y., Liu P., et al. Vitamin D receptor targets hepatocyte nuclear factor 4 α and mediates protective effects of vitamin D in nonalcoholic fatty liver disease. *J Biol Chem.* 2020. Vol. 295, № 12. P. 3891–3905.
- Tuckey R., Cheng C., Slominski A. The serum vitamin D metabolome: What we know and what is still to discover. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2019. Vol. 186. P. 4–21.
- Shulhai A.-M., Pavlyshyn H., Shulhai O., Furdela V. The association between vitamin D deficiency and metabolic syndrome in Ukrainian adolescents with overweight and obesity. *Ann Pediatr Endocrinol Metab.* 2022. Vol. 27. P. 113–120.

6. Rochel N., Molnar F. Structural aspects of Vitamin D endocrinology. *Mol Cell Endocrinol.* 2017. Vol. 453. P. 22–35.
7. Octavius G.S., Shakila A., Meliani M., Halim A. Vitamin D deficiency is a public health emergency among Indonesian children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of prevalence. *Ann Pediatr Endocrinol Metab.* 2023. Vol. 28, № 1. P. 10–19.
8. Tytusa A., Wyszynska J., Yatsula M., Nyankovskyy S., Mazur A., Dereń K. Deficiency of Daily Calcium and Vitamin D in Primary School Children in Lviv, Ukraine. *Int J Environ Res Public Health.* 2022. Vol. 19, № 9. P. 5429.
9. Shulhai A.-M., Pavlyshyn H., Shulhai O. Relation of carbohydrate exchange markers with Vitamin D status in adolescents with overweight and obesity. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism.* 2019. Vol. 25, № 4. P. 169–176.
10. Tugrul B., Demirdag H.G., Hanli Sahin A. Vitamin D Levels in Children During Winter and the Relationship Between Sunscreen and Sun Protection Behaviors. *Dermatol Pract Concept.* 2023. Vol. 13, № 3. P. e2023190.
11. Childhood overweight and obesity [Internet]. World Health Organization. 2020. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
12. Gil-Cosano J.J., Ubago-Guisado E. The effect of an online exercise programme on bone health in paediatric cancer survivors (iBoneFIT): study protocol of a multi-centre randomized controlled trial. *BMC Public Health.* 2020. Vol. 20, № 1. P. 1520.

References

1. Holick, M.F. (2017). The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 18(2), 153–165. <https://doi.org/10.1007/s11154-017-9424-1>
2. Pulungan, A., Soesanti, F., Tridjaja, B., & Batubara, J. (2021). Vitamin D insufficiency and its contributing factors in primary school-aged children in Indonesia, a sun-rich country. *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*, 26(2), 92–98. <https://doi.org/10.6065/apem.2040164.084>
3. Zhang, H., Shen, Z., Lin, Y., Zhang, J., Zhang, Y., Liu, P., ... Li, Y. (2020). Vitamin D receptor targets hepatocyte nuclear factor 4 α and mediates protective effects of vitamin D in nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Biological Chemistry*, 295(12), 3891–3905. <https://doi.org/10.1074/jbc.RA119.012019>
4. Tuckey, R., Cheng, C., & Slominski, A. (2019). The serum vitamin D metabolome: What we know and what is still to discover. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 186, 4–21. <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2018.09.003>
5. Shulhai, A.-M., Pavlyshyn, H., Shulhai, O., & Furdela, V. (2022). The association between vitamin D deficiency and metabolic syndrome in Ukrainian adolescents with overweight and obesity. *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*, 27, 113–120. <https://doi.org/10.6065/apem.2132266.109>
6. Rochel, N., & Molnar, F. (2017). Structural aspects of vitamin D endocrinology. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 453, 22–35. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2017.05.021>
7. Octavius, G.S., Shakila, A., Meliani, M., & Halim, A. (2023). Vitamin D deficiency is a public health emergency among Indonesian children and adolescents: A systematic review and meta-analysis of prevalence. *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*, 28(1), 10–19. <https://doi.org/10.6065/apem.2244170.051>
8. Tytusa, A., Wyszynska, J., Yatsula, M., Nyankovskyy, S., Mazur, A., & Dereń, K. (2022). Deficiency of daily calcium and vitamin D in primary school children in Lviv, Ukraine. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5429. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095429>
9. Shulhai, A.-M., Pavlyshyn, H., & Shulhai, O. (2019). Relation of carbohydrate exchange markers with vitamin D status in adolescents with overweight and obesity. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, 25(4), 169–176. <https://doi.org/10.5114/pedm.2019.91246>
10. Tugrul, B., Demirdag, H.G., & Hanli Sahin, A. (2023). Vitamin D levels in children during winter and the relationship between sunscreen and sun protection behaviors. *Dermatology Practical & Conceptual*, 13(3), e2023190. <https://doi.org/10.5826/dpc.1303a190>
11. World Health Organization. (2020). Childhood overweight and obesity. Retrieved from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
12. Gil-Cosano, J.J. et al. (2020). The effect of an online exercise programme on bone health in paediatric cancer survivors (iBoneFIT): Study protocol of a multi-centre randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 20(1), 1520. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09607-3>

PREVALENCE OF VITAMIN D DEFICIENCY AND RELATED FACTORS IN ADOLESCENTS WITH OBESITY

O. M. Shulhai

Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

Purpose: to determine the prevalence and specific factors of vitamin D deficiency among adolescents with overweight and obesity.

Materials and Methods. A cross-sectional study was conducted on 208 children aged 12–17 years (135 boys and 73 girls) who underwent a complete clinical examination. Serum 25(OH)D levels were evaluated according to the recommendations of the International Society of Endocrinology. The following research methods were applied: epidemiological, anthropometric, biochemical, statistical, and systemic analysis.

Results. The study showed that the mean serum calcidiol concentration in adolescents with normal body weight was 18.02 ± 4.03 ng/ml, in overweight individuals – 14.37 ± 3.78 ng/ml, and in those with obesity – 12.32 ± 3.01 ng/ml.

Among adolescents with normal body weight, vitamin D insufficiency was found in 30% and deficiency in 50%; in overweight children – insufficiency was 32.9% and deficiency 55.7%; in obese children – insufficiency accounted for 21.4% and deficiency for 72.7%. The prevalence of vitamin D deficiency was 1.5 times higher in overweight girls and 1.6 times higher in obese girls compared to boys. In adolescents, an inverse correlation was established ($p < 0.01$) between calcidiol levels and parathyroid hormone ($r = -0.645$), as well as between calcidiol and body mass index ($r = -0.395$). A direct correlation was observed between parathyroid hormone and body mass index ($r = 0.468$, $p < 0.01$). The main predictors influencing the prevalence of vitamin D deficiency included the autumn-winter period, milk consumption, duration of daily outdoor exposure, physical activity, and body mass index.

Conclusions. The prevalence of vitamin D deficiency among adolescents with overweight and obesity is high, ranging from 55.7% to 72.7%. Serum calcidiol levels are associated with parathyroid hormone concentration and depend on body mass index, physical activity, dietary habits, and season.

KEY WORDS: vitamin D; calcidiol; parathyroid hormone; prevalence; physical activity.

Рукопис надійшов до редакції 15.08.2025

Рукопис прийнято до публікації 04.09.2025

Рукопис опубліковано 20.10.2025

Відомості про авторів:

Шульгай Олександра Михайлівна – кандидатка медичних наук, доцентка кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7052-8324>.

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