DOI 10.11603/24116-4944.2026.1.16381
УДК 616.2:616.3-06:616.98:578.834.1:577.161.2

©Юлія Якимчук

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

РІВЕНЬ ВІТАМІНУ D У ВАГІТНИХ ІЗ ФІЗІОЛОГІЧНИМ ПЕРЕБІГОМ ТА У ВАГІТНИХ, ХВОРИХ НА COVID-19

Мета дослідження – обстеження рівня вітаміну D у вагітних із фізіологічним перебігом та у хворих на SARS-CoV-2.

Матеріали та методи. У дослідженні взяли участь 60 вагітних (I група), які перебували з 2018 до 2019 р. на обліку в жіночій консультації міського перинатального центру КНП «Тернопільська міська комунальна лікарня № 2», без тяжкої супутньої патології та не приймали вітамін D у вигляді дієтичних добавок за 3 місяці до початку вагітності й під час даної вагітності; а також 60 вагітних жінок (II група) із перенесеним SARS-CoV-2, підтвердженим методом ПЛР протягом вагітності, які перебували на стаціонарному лікуванні у КНП «Тернопільська міська комунальна лікарня № 2» із листопада 2020 до січня 2022 р. і на кафедрі акушерства та гінекології факультету післядипломної освіти Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського.

Результати дослідження та їх обговорення. Згідно з результатами нашого дослідження, індекс маси тіла жінок контрольної групи становив (23,1±2,10) кг/м^2. У першій досліджуваній групі ІМТ становив (23,6±0,91) кг/м^2, що суттєво не відрізнялося від середніх показників здорових вагітних (P>0,05). У другій групі індекс маси тіла був дещо вищим, ніж у контрольній та першій групі, але без статистичної різниці. Серед 60 вагітних жінок I групи дефіцит та недостатність вітаміну D виявлено у 67 % обстежених вагітних. Оптимальний рівень вітаміну D спостережено лише у 33 % вагітних. Серед вагітних II групи кількість пацієнток з оптимальним рівнем вітаміну D становила лише 12 %, що у 2,75 раза менше, ніж у першій групі (P<0,05). Середнє значення 25(OH)D у третьому триместрі вагітності в контрольній групі становило (23,1±2,10) нг/мл. Недостатність та дефіцит вітаміну D (25(OH)D<30 нг/мл) спостерігали у 73 % вагітних, тоді як постійний характер дефіциту вітаміну D відзначено у 55 % обстежених жінок I групи. У вагітних II групи недостатність та дефіцит вітаміну D (25(OH)D) спостерігали у 92 %. Інсулінорезистентність визначено в 48 % вагітних у третьому триместрі.

Висновки. Отже, для запобігання таким ускладненням перебігу вагітності, як інсулінорезистентність, гестаційний цукровий діабет, анемія вагітних, невиношування вагітності, обтяжений перебіг вірусних захворювань, необхідно достатнє насичення вітаміну D. Тому скринінгові обстеження рівня вітаміну D при підготовці до вагітності та при постановці на облік щодо вагітності з відповідною корекцією виявлених порушень є перспективним способом профілактики ускладненого перебігу вагітності.

Ключові слова: вітамін D; вагітність; короновірусна хвороба.

Yulia Yakymchuk

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University

VITAMIN D LEVELS IN PREGNANT WOMEN WITH A NORMAL PHYSIOLOGICAL PROCESS AND IN PREGNANT WOMEN WITH COVID-19

The aim of the study – to determine vitamin D levels in pregnant women with a normal physiological course and patients with SARS-CoV-2.

Materials and Methods. The study involved 60 pregnant women (group I), who were registered in the women's clinic of the city perinatal center of the Ternopil Municipal City Hospital No. 2 from 2018 to 2019 without severe comorbidities and did not take vitamin D in the form of dietary supplements 3 months before the onset of pregnancy and during this pregnancy, and 60 pregnant women (group II) with SARS-CoV-2 infection confirmed by PCR during pregnancy, who were inpatients at the Ternopil Municipal City Hospital No. 2 from November 2020 to January 2022.

Results and Discussion. According to the results of our study, the body mass index of women in the control group was (23.1±2.10) kg/m^2. In the first study group, the BMI was (23.6±0.91) kg/m^2, which did not significantly differ from the average indicators of healthy pregnant women (P>0.05). In the second group, the body mass index was slightly higher than in the control and in the first group, but without statistical difference. Among 60 pregnant women in group I, vitamin D deficiency and insufficiency were found in 67 % of the examined pregnant women. The optimal level of vitamin D is observed in only 33 % of pregnant women. Among pregnant women in group II, the percentage of pregnant women with optimal levels of vitamin D was only 12 % of patients, which is 2.75 times less than in the first group (P<0.05). The average value of 25(OH)D in the third trimester of pregnancy in the control group was (23.1±2.10) ng/ml. Insufficiency and deficiency of vitamin D (25(OH)D<30 ng/ml) were observed in 73 % of pregnant women, while the constant nature of vitamin D deficiency was noted in 55 % of the examined group I. In pregnant women of group II, insufficiency and deficiency of vitamin D (25(OH)D) was observed in 92 %. Insulin resistance was determined in 48 % of pregnant women in the third trimester.

Conclusions. Therefore, to prevent such complications of pregnancy as insulin resistance, gestational diabetes, anemia of pregnancy, miscarriage, and severe course of viral diseases, a high level of vitamin D is necessary. Therefore, screening examinations of vitamin D levels in preparation for pregnancy and during pregnancy registration with appropriate correction of detected disorders are a promising method of preventing complicated pregnancy.

Key words: vitamin D; pregnancy; coronavirus disease.

ВСТУП. Протягом останніх десятиліть скринінгове обстеження вагітних на рівень вітаміну D розглядають як визначення ризику розвитку багатьох ускладнень перебігу вагітності, пологів, післяпологового періоду та неонатальних ускладнень, а також періоду грудного вигодовування. Одним з основних методів, що дозволяють знизити перинатальну захворюваність і смертність, є своєчасна діагностика гіповітамінозу D, що впливає на життя та здоров'я дитини [1–7]. Порушення росту й розвитку плода – це пренатальне ускладнення, яке може призвести до несприятливих наслідків [8–12].

Недостатність вітаміну D приводить до розвитку плацентарної недостатності та дистресу плода, затримки росту плода, особливо при ускладненому перебігу SARS-CoV-2, який спричиняє високий рівень репродуктивних втрат, народження дітей з екстремально низькою масою тіла й зростання рівня перинатальної та материнської захворюваності, зокрема гестозів вагітних, невиношування вагітності у різні терміни [13–19].

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ – обстеження рівня вітаміну D у вагітних із фізіологічним перебігом та хворих на SARS-CoV-2.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ. У дослідженні взяли участь 60 вагітних (I група), які перебували з 2018 до 2019 р. на обліку в жіночій консультації міського перинатального центру КНП «Тернопільська міська комунальна лікарня № 2», без тяжкої супутньої патології та не приймали вітамін D у вигляді дієтичних добавок за 3 місяці до початку вагітності й під час даної вагітності; а також 60 вагітних жінок (II група) із перенесеним SARS-CoV-2, підтвердженим методом ПЛР протягом вагітності, що перебували на стаціонарному лікуванні у КНП «Тернопільська міська комунальна лікарня № 2» із листопада 2020 до січня 2022 р. і на кафедрі акушерства та гінекології факультету післядипломної освіти Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського (затверджено етичною комісією Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського, протокол № 61 від 13 листопада 2020 р.). Контрольну групу склали 30 жінок із фізіологічною вагітністю та достатнім рівнем вітаміну D.

При виконанні роботи були дотримані основні положення міжнародних стандартів етичних норм, якості наукових досліджень та належної клінічної практики GCP (1996 р.), Declaration of Helsinki «World Medical Association Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects» (2001 р.), Конвенції Ради Європи про права людини й біомедицину (2007). Всі учасники були поінформовані про цілі, організацію, методи дослідження та підписали інформовану згоду на участь у ньому, а також вжито всіх заходів для забезпечення анонімності пацієнтів.

Критерії включення в основну (II) групу: перенесений SARS-CoV-2, підтвердженим методом ПЛР протягом вагітності, позитивний Ig A, M чи G до SARS-CoV-2. Критерії включення в контрольну групу: фізіологічний перебіг вагітності, відсутність Ig A, M, G до SARS-CoV-2. Критерії виключення для обох груп: 1) відмова підписати інформовану згоду на участь у дослідженні; 2) будь-які інші гострі або хронічні захворювання, артеріальна гіпертензія, анемія.

Усі вагітні, віком від 20 до 37 років (у середньому (27,6±2,4) року), були мешканцями Тернопільської області, розташованої у західній частині України у межах 48–50° північної широти.

На кожну жінку було заведено анкету з оцінкою вивчення анамнезу, скарг, об'єктивного, лабораторного (біохімічний аналіз крові; гормональне обстеження; визначення в сироватці крові рівня 25(OH)D та інструментального дослідження (фізикальне обстеження, включаючи антропометричні дані та вимірювання АТ).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. За результатами нашого дослідження індекс маси тіла (ІМТ) у жінок контрольної групи становив (23,1±2,10) кг/м^2. У першій групі дослідження ІМТ склав (23,6±0,91) кг/м^2, що достовірно не відрізнялося від середніх показників здорових вагітних (P>0,05). У другій групі індекс маси тіла був дещо вищим, ніж у контролі та в першій групі, але без статистичної різниці (табл.).

Таблиця. **Показники індексу маси тіла та рівня 25(OH)D у вагітних I та II груп (M±m)**

Показники	Контроль	I група	II група
25(OH)D, нг/мл	35,85±2,10	30,2±1,22	18,4±0,12
ІМТ, кг/м^2	23,1±2,10	23,6±0,91	27,2±2,11

Примітка. * – достовірність показників між контролем і групами (P<0,05).

Серед 60 вагітних I групи дефіцит і недостатність вітаміну D встановлено у 67 % обстежених вагітних. Оптимальний рівень вітаміну D спостережено лише у 33 % вагітних. Серед вагітних II групи кількість пацієнток з оптимальним рівнем вітаміну D становила лише 12 %, що в 2,75 раза менше, ніж у першій групі (P<0,05).

При оцінці впливу рівня насиченості вітаміном D на ризик невиношування вагітності було виявлено, що у вагітних із дефіцитом і недостатністю вітаміну D у 3,2 раза частіше вагітність ускладнювалась невиношуванням (OR=3,2; 95 %, CI: 9,15–29,3; p=0,0396), що вказує на високий ступінь впливу концентрації вітаміну D жінки на виношування вагітності.

Середнє значення 25(OH)D у третьому триместрі вагітності у контрольній групі становило (23,1±2,10) нг/мл. Недостатність і дефіцит вітаміну D (25(OH)D<30 нг/мл) спостерігали у 73 % вагітних, при цьому постійний характер дефіциту вітаміну D відзначали у 55 % обстежених I групи. У вагітних II групи недостатність і дефіцит вітаміну D 25(OH)D спостерігали у 92 %. Інсулінорезистентність визначено в 48 % вагітних у третьому триместрі. Встановлено взаємозв'язок між недостатністю вітаміну D і появою резистентності до інсуліну на тлі надмірного збільшення маси тіла під час вагітності (p=0,034). При цьому вищий шанс появи інсулінорезистентності спостерігали на тлі недостатності й дефіциту вітаміну D.

Прееклампсію легкого ступеня тяжкості діагностовано у 30 % жінок із недостатнім рівнем вітаміну D проти 11 % у вагітних жінок із достатнім рівнем вітаміну D у третьому триместрі.

Дефіцит та недостатність вітаміну D у III триместрі супроводжував вагітних, які перехворіли на коронавірусну хворобу у 8,6 раза частіше, ніж у здорових вагітних у третьому триместрі вагітності.

Отже, скринінгове визначення рівня вітаміну D у крові на ранніх термінах гестації має принципове значення у питанні профілактики ускладнень гестаційного процесу. Необхідне визначення рівня вітаміну D з корекцією адекватних доз, особливо серед жінок із низьким рівнем вітаміну D. Є кілька наукових досліджень, які підтверджують необхідність додаткового призначення вітаміну D під час вагітності, але відсутні чіткі показання стосовно рекомендованих лікувальних та профілактичних доз [20], також визначення дози достатнього рівня кількості вітаміну D для підтримки здорової вагітності [21, 22].

ВИСНОВКИ. Отже, для запобігання таким ускладненням перебігу вагітності, як інсулінорезистентність, гестаційний цукровий діабет, анемія вагітних, невиношування вагітності, обтяжений перебіг вірусних захворювань, необхідний високий рівень вітаміну D. Тому скринінгові обстеження рівня вітаміну D при підготовці до вагітності та при постановці на облік щодо вагітності з відповідною корекцією виявлених порушень є перспективним способом профілактики ускладненого перебігу вагітності.

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для застосування у практичній медицині необхідно поширити рекомендації та включити в протоколи спостереження за фізіологічною вагітністю.

Джерела фінансування. Не було використано зовнішніх джерел фінансування.

Відповідність матеріалів статті щодо проведення обстежень/досліджень/лікування нормам біоетики. При виконанні роботи були дотримані основні положення міжнародних стандартів етичних норм, якості наукових досліджень та належної клінічної практики GCP (1996 р.), Declaration of Helsinki «World Medical Association Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects» (2001 р.), Конвенції Ради Європи про права людини й біомедицину (2007). Всі учасники були поінформовані про цілі, організацію, методи дослідження та підписали інформовану згоду на участь у ньому, а також вжито всіх заходів для забезпечення анонімності пацієнтів. Протокол та матеріали дослідження розглянуто та схвалено локальною етичною комісією при Тернопільському національному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського № 61 від 13 листопада 2020 р.

Внесок кожного з авторів згідно з таксономією CrediT. Якимчук Юлія – концептуалізація, перевірка, формальний аналіз, курація даних, методологія, дослідження, програмне забезпечення, написання – початковий варіант рукопису, візуалізація, ресурси, ведення, написання – рецензування та редагування, адміністрування проєкту.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Vitamin D supplementation during pregnancy: State of the evidence from a systematic review of randomised trials / D. E. Roth et al. BMJ. 2017. 359, j5237. DOI: 10.1136/bmj.j5237.

2. Palacios C., Kostiuk L. K., Peña-Rosas J. P. Vitamin D supplementation for women during pregnancy. *The Cochrane database of systematic reviews.* 2019, 7 (7). CD008873. DOI: 10.1002/14651858.CD008873.pub4.

3. Vitamin D deficiency during pregnancy and its associated factors among third trimester Malaysian pregnant women / F. C. Woon et al. PLoS One. 2019. 14 (6). e0216439. DOI: 10.1371/journal.pone.0216439.

4. Vitamin D: Before, during and after Pregnancy: Effect on Neonates and Children / J. L. Mansur et al. *Nutrients*. 2022. 14 (9). 1900. DOI: 10.3390/nu14091900.

5. Consensus Statement on Vitamin D Status Assessment and Supplementation: Whys, Whens, and Hows / A. Giustina et al. *Endocrine reviews*. 2024. 45 (5). P. 625–654. DOI: 10.1210/endrev/bnae009.

6. The prognostic significance of insulin resistance in COVID-19: a review / E. Mehraeen et al. *J Diabetes Metab Disord.* 2024. 23 (1). P. 305–322. DOI: 10.1007/s40200-024-01385-8.

7. Gangadharan C., Ahluwalia R., Sigamani A. Diabetes and COVID-19: role of insulin resistance as a risk factor for COVID-19 severity. *World J Diabetes.* 2021. 12 (9). P. 1550–1562. DOI: 10.4239/wjd.v12.i9.1550.

8. Diabetes, obesity, and insulin resistance in COVID-19: molecular interrelationship and therapeutic implications **/** A. Santos et al. *Diabetol Metab Syndr.* 2021. 13 (1). P. 23. DOI: 10.1186/s13098-021-00639-2.

9. Govender N., Khaliq O. P., Moodley J., Naicker T. Insulin resistance in COVID-19 and diabetes. *Prim Care Diabetes.* 2021. 15 (4). P. 629–634. DOI: 10.1016/j.pcd.2021.04.004.

10. Finucane F. M., Davenport C. Coronavirus and obesity: could insulin resistance mediate the severity of COVID-19 infection? *Front Public Health.* 2020. 8. P. 184. DOI: 10.3389/fpubh.2020.00184.

11. Hyperglycemia in acute COVID-19 is characterized by insulin resistance and adipose tissue infectivity by SARS-CoV-2 / M. Reiterer et al. *Cell Metab.* 2021. 33 (11). P. 2174–2188. e5. DOI: 10.1016/j.cmet.2021.09.009.

12. Acute and long-term disruption of glycometabolic control after SARS-CoV-2 infection **/** L. Montefusco et al. *Nat Metab.* 2021. 3 (6). P. 774–785. DOI: 10.1038/s42255-021-00407-6.

13. COVID-19 induces new-onset insulin resistance and lipid metabolic dysregulation via regulation of secreted metabolic factors / X. He et al. *Signal Transduct Target Ther.* 2021. 6 (1). P. 427. DOI: 10.1038/s41392-021-00822-x.

14. COVID-19 may increase the risk of insulin resistance in adult patients without diabetes: a 6-month prospective study / M. Chen et al. *Endocr Pract.* 2021. 27 (8). P. 834–841. DOI: 10.1016/j.eprac.2021.04.004.

15. Importance of insulin resistance in the COVID-19 era: a retrospective analysis of a single center in Mexico / A. L. Peralta Amaro et al. *Cureus.* 2022. 14 (10). e29542. DOI: 10.7759/cureus.29542.

16. Association of the insulin resistance marker TyG index with the severity and mortality of COVID-19 **/** H. Ren et al. *Cardiovasc Diabetol.* 2020. 19 (1). P. 58. DOI: 10.1186/s12933-020-01035-2.

17. Evaluation of triglyceride-glucose (TyG) index as a marker for severity in new-onset diabetes in COVID-19 pneumonia **/** F. Ashraf et al. *Access Microbiol.* 2023. 5 (7). 000613. DOI: 10.1099/acmi.0.000613.

18. Insulin resistance and metabolic syndrome as risk factors for hospitalization in patients with COVID-19: a pilot study / R. Garcia-Carretero et al. *Metab Syndr Relat Disord.* 2023. 21 (5). P. 259–266. DOI: 10.1089/met.2022.0120.

19. Impact of metabolic syndrome on severity and mortality of coronavirus disease 2019: a systematic review and meta-analysis **/** S. Wu et al. *Metab Syndr Relat Disord.* 2022. 20 (6). P. 283–292. DOI: 10.1089/met.2021.0129.

20. Metabolic syndrome and COVID-19: a systematic review and meta-analysis **/** H. A. Dissanayake et al. *Diabetes Metab Syndr.* 2021. 15 (4). 102268. DOI: 10.1016/j.dsx.2021.102268.

21. Increased insulin resistance with reduced beta cell function in recovered COVID-19 Ghanaians **/** R. K. Adatsi et al. *Endocr Metab Sci.* 2023. 13. 100150. DOI: 10.1016/j.endmts.2023.100150.

22. Prevalence and determinants of insulin resistance in recovered COVID-19 and uninfected residents of two regional capitals in Ghana: an observational study / A. S. Bockarie et al. *PLOS Glob Public Health.* 2025. 3 (2). e0004506. DOI: 10.1371/journal.pgph.0004506.

REFERENCES

1. Roth, D.E., Leung, M., Mesfin, E., Qamar, H., Watterworth, J., & Papp, E. (2017). Vitamin D supplementation during pregnancy: State of the evidence from a systematic review of randomised trials. BMJ, 359, j5237. DOI: 10.1136/bmj.j5237.

2. Palacios, C., Kostiuk, L.K., & Peña-Rosas, J.P. (2019). Vitamin D supplementation for women during pregnancy. *The Cochrane database of systematic reviews*, *7*(7), CD008873. DOI: 10.1002/14651858.CD008873.pub4.

3. Woon, F.C., Chin, Y.S., Ismail, I.H., Batterham, M., Abdul Latiff, A.H., Gan, W.Y., ... & Chan, Y.M. (2019). Vitamin D deficiency during pregnancy and its associated factors among third trimester Malaysian pregnant women. PLoS One, 14(6), e0216439. DOI: 10.1371/journal.pone.0216439.

4. Mansur, J.L., Oliveri, B., Giacoia, E., Fusaro, D., & Costanzo, P.R. (2022). Vitamin D: Before, during and after Pregnancy: Effect on Neonates and Children. *Nutrients*, *14*(9), 1900. DOI: 10.3390/nu14091900.

5. Giustina, A., Bilezikian, J.P., Adler, R.A., Banfi, G., Bikle, D.D., Binkley, N.C., ... & Virtanen, J.K. (2024). Consensus Statement on Vitamin D Status Assessment and Supplementation: Whys, Whens, and Hows. *Endocrine reviews*, *45*(5), 625-654. DOI: 10.1210/endrev/bnae009.

6. Mehraeen, E., Abbaspour, F., Banach, M., SeyedAlinaghi, S., Zarebidoki, A., & Tamehri Zadeh, S.S. (2024). The prognostic significance of insulin resistance in COVID-19: a review. *J Diabetes Metab Disord., 23*(1), 305-322. DOI: 10.1007/s40200-024-01385-8.

7. Gangadharan, C., Ahluwalia, R., & Sigamani, A. (2021). Diabetes and COVID-19: role of insulin resistance as a risk factor for COVID-19 severity. *World J Diabetes, 12*(9), 1550-1562. DOI: 10.4239/wjd.v12.i9.1550.

8. Santos, A., Magalhães, D., Guimarães, J., Silva, N., Alves, A.J., Oliveira, N. et al. (2021). Diabetes, obesity, and insulin resistance in COVID-19: molecular interrelationship and therapeutic implications. *Diabetol Metab Syndr., 13*(1), 23. DOI: 10.1186/s13098-021-00639-2.

9. Govender, N., Khaliq, O.P., Moodley, J., & Naicker, T. (2021). Insulin resistance in COVID-19 and diabetes. *Prim Care Diabetes., 15*(4), 629-634. DOI: 10.1016/j.pcd.2021.04.004.

10. Finucane, F.M., & Davenport, C. (2020). Coronavirus and obesity: could insulin resistance mediate the severity of COVID-19 infection? *Front Public Health.,* 8, 184. DOI: 10.3389/fpubh.2020.00184.

11. Reiterer, M., Rajan, M., Gómez-Banoy, N., Lau, J.D., Gomez-Escobar, L.G., Ma, L. et al. (2021). Hyperglycemia in acute COVID-19 is characterized by insulin resistance and adipose tissue infectivity by SARS-CoV-2. *Cell Metab., 33*(11), 2174-2188. e5. DOI: 10.1016/j.cmet.2021.09.009.

12. Montefusco, L., Ben Nasr, M., D'Addio, F., Loretelli, C., Rossi, A., Pastore, I. et al. (2021). Acute and long-term disruption of glycometabolic control after SARS-CoV-2 infection. *Nat Metab., 3*(6), 774-785. DOI: 10.1038/s42255-021-00407-6.

13. He, X., Liu, C., Peng, J., Li, Z., Li, F., Wang, J. et al. (2021). COVID-19 induces new-onset insulin resistance and lipid metabolic dysregulation via regulation of secreted metabolic factors. *Signal Transduct Target Ther., 6*(1), 427. DOI: 10.1038/s41392-021-00822-x.

14. Chen, M., Zhu, B., Chen, D., Hu, X., Xu, X., Shen, W-J. et al. (2021). COVID-19 may increase the risk of insulin resistance in adult patients without diabetes: a 6-month prospective study. *Endocr Pract., 27*(8), 834-841. DOI: 10.1016/j.eprac.2021.04.004.

15. Peralta Amaro, A.L., Ramírez Ventura, J.C., Bañuelos García, L.R., Pecero García, E.I., Valadez Calderón, J.G., & Hernández Flandes, R.N. (2022). Importance of insulin resistance in the COVID-19 era: a retrospective analysis of a single center in Mexico. *Cureus.,14*(10), e29542. DOI: 10.7759/cureus.29542.

16. Ren, H., Yang, Y., Wang, F., Yan, Y., Shi, X., Dong, K. et al. (2020). Association of the insulin resistance marker TyG index with the severity and mortality of COVID-19. *Cardiovasc Diabetol., 19*(1), 58. DOI: 10.1186/s12933-020-01035-2.

17. Ashraf, F., Saeed, H., Akram, J., Jamil, S., Javed, H., Qureshi, M.A. et al. (2023). Evaluation of triglyceride-glucose (TyG) index as a marker for severity in new-onset diabetes in COVID-19 pneumonia. *Access Microbiol., 5*(7), 000613. DOI: 10.1099/acmi.0.000613.

18. Garcia-Carretero, R., Bernal-López, M.R., Gómez-Huelgas, R., Gutiérrez-Misis, A., Buendía-García, M.J, Tenorio-Núñez, M.C. et al. (2023). Insulin resistance and metabolic syndrome as risk factors for hospitalization in patients with COVID-19: a pilot study. *Metab Syndr Relat Disord., 21*(5), 259-266. DOI: 10.1089/met.2022.0120.

19. Wu, S., Xue, L., Legido-Quigley, H., He, Y., Gao, L., Zhang, X. et al. (2022). Impact of metabolic syndrome on severity and mortality of coronavirus disease 2019: a systematic review and meta-analysis. *Metab Syndr Relat Disord., 20*(6), 283-292. DOI: 10.1089/met.2021.0129.

20. Dissanayake, H.A., de Silva, N.L., Sumanatilleke, M., Wijekoon, N., de Silva S.D., Liyanage, G. et al. (2021).

Metabolic syndrome and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr., 15*(4), 102268. DOI: 10.1016/j.dsx.2021.102268.

21. Adatsi, R.K., Bockarie, A.S., Derkyi-Kwarteng, L., Adjepong-Yamoah, K.K., Nsiah, P., Asare-Anane, H. et al. (2023). Increased insulin resistance with reduced beta cell function in recovered COVID-19 Ghanaians. *Endocr Metab Sci.,* 13, 100150. DOI: 10.1016/j.endmts.2023.100150.

22. Bockarie, A.S. Marfo, A.F., Nsiah, P., Adatsi, R.K., Derkyi-Kwarteng, L., Opoku-Danquah, I. et al. (2025). Prevalence and determinants of insulin resistance in recovered COVID-19 and uninfected residents of two regional capitals in Ghana: an observational study. *PLOS Glob Public Health., 3*(2), e0004506. DOI: 10.1371/journal.pgph.0004506.

Отримано 11.02.2026
Прийнято до друку 12.03.2026
Електронна адреса для листування: yakymchuk@tdmu.edu.ua