

COVID-19 та цукровий діабет (міні огляд даних літератури та власних досліджень)

В.І. Кравченко¹,
Т.Ф. Захарченко¹,
В.Г. Гур'янов²,
В.А. Макаренко¹,
В.Б. Щупачинський³,
Н.В. Шейченко⁵,
М.Д. Халангот^{1,4}

¹ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

²Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця

³КНП «Київська міська клінічна лікарня №8»

⁴Національний університет охорони здоров'я України ім. П.Л. Шупика

⁵КНП «Інфекційна лікарня м. Костянтинівка»

Резюме. Однією з особливостей коронавірусної хвороби (COVID-19), викликаной коронавірусом SARS-CoV-2, є зв'язок між перебігом цієї інфекції та наявністю цукрового діабету (ЦД). Інгібітори ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (іРААС) можуть збільшувати експресію ангіотензинперетворювального ензиму 2 (ACE2). Оскільки ACE2 є функціональним рецептором для SARS CoV-2, виникло питання щодо потенційної небезпеки іРААС для пацієнтів із COVID-19.

Мета: оцінити результати госпітального лікування COVID-19, враховуючи наявність ЦД та застосування іРААС та фактори ризику розвитку ЦД у пацієнтів, які одужали після важкої форми COVID-19. **Методи дослідження:** аналіз медичних архівів щодо результатів лікування стаціонарних хворих на COVID-19 (n=1097) в КНП «Інфекційна лікарня м. Костянтинівка» (ІЛК) та КНП «Київська міська клінічна лікарня №8» (КМКЛ) у 2021 р. (n=153, з яких 28 осіб були з ЦД). Проаналізували результати 947 пацієнтів ІЛК із COVID-19 та 150 хворих на ЦД, на момент госпіталізації та лікування під час перебування в лікарні. Встановили контакт із 93 особами, виписаними з КМКЛ у 2021 р., з яких 32 підписали інформовану згоду та були обстежені у 2023–2024 рр. (тест толерантності до глюкози – ТТГ, антропометричні вимірювання, глікований гемоглобін (HbA1c), функція зовнішнього дихання (FVC, FEV 1) та 6-хвилинний тест ходьби (6 MWT). Оцінювали фізичну активність (ФА) за допомогою 7-добової актиграфії та комбіновану втрату прикріплення (КВП) зубів. 26 осіб без анамнезу тяжкого COVID-19 були групою контролю. Для статистичних оцінок застосовано логістичний регресійний аналіз.

Результати. Смертність серед хворих на ЦД у КМКЛ була вищою, ніж без ЦД: 20,0% проти 12,4% відповідно (p=0,014), чоловіча стать, вік, рівень глюкози в плазмі натщесерце (fasting plasma glucose, FPG) були незалежно і позитивно пов'язані з ризиком смерті в пацієнтів без ЦД, а лікування іРААС зі зниженням цього ризику: OR 0,22 (95% CI 0,07–0,72) з урахуванням віку, статі та FPG. В КМКЛ смертність осіб із ЦД досягала 53,6%, а осіб без ЦД 12,8% (p<0,001), у пацієнтів COVID-19 із ЦД рівні С-реактивного протеїну та D-димеру вищі, ніж без ЦД. За даними обстеження (2023–2024 рр.) 32 перехворілих (2021 р.) пацієнтів за частками нового ЦД групи COVID-19 та контрольної групи не відрізнялися. Стандартизовані за віком

6 MWT та MET's у перехворілих на COVID-19 були нижчими: 393,4 (76,9) м та 1,35 (0,23) проти 525,1 (76,9) м та 1,61 (0,26) в контролі. Кореляційний аналіз у групі COVID-19 виявив позитивну кореляцію віку пацієнтів із систолічним артеріальним тиском (АТ), КВП та негативну кореляцію з 6 MWT, MET's, ФА, FEV 1, FVC, а в групі контролю – позитивну кореляцію віку з НвА1с, КВП та підтвердив негативну кореляцію з FEV 1, FVC. **Висновок:** об'єктивними методами виявили меншу ФА та гіршу фізичну форму через 2 роки після COVID-19, що потребував госпітального лікування. Ці результати вказують на підвищений ризик розвитку ЦД 2-го типу (ЦД2) у найближчому майбутньому. Розроблення програм моніторингу ФА для осіб, що перенесли важку форму COVID-19 повинна стати наступним завданням для профілактичної медицини.

Ключові слова: COVID-19; цукровий діабет; смертність; інгібітори ренін-ангіотензин-альдостеронової системи; 6-хвилинний тест; актиграфія; фізична активність.

Нещодавно оголошена завершеною [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/coronavirus-disease-\(covid-19\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/coronavirus-disease-(covid-19)) пандемія коронавірусної інфекції (COVID-19), викликана коронавірусом SARS-CoV-2, є найбільш небезпечною вірусною пандемією, що відома людству після вірусних епідемій 1899-1990 та 1918-1920 рр. Однією з особливостей COVID-19 є помічений вже на початку пандемії зв'язок між перебігом цієї інфекції та наявністю ЦД. Згідно з цими оцінками, пацієнти з ЦД виявилися схильними до розвитку більш серйозного перебігу COVID-19 [1]. Чинні на початку пандемії клінічні рекомендації майже не враховували можливий вплив медикаментів, що застосовуються для лікування гіперглікемії та артеріальної гіпертензії (АГ) на перебіг COVID-19, слухно пояснюючи це браком спостережень [2]. Важливим фактором, що теоретично може впливати на захворювання та перебіг COVID-19 є експресія ангіотензинперетворювального ензиму 2 (ACE2), через зв'язок з яким можлива інвазія SARS-CoV-2 в клітини. Передача сигналів ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (RAAS) і ACE2 могли бути залучені в патогенез COVID-19, оскільки ACE2 – фермент, який фізіологічно протидіє активації RAAS, є функціональним рецептором для SARSCoV-2 [3]. Інгібітори RAAS (iRAAS) можуть збільшувати експресію ACE2, що викликало зрозуміле занепокоєння щодо їх потенційної небезпеки для пацієнтів із COVID-19 [4, 5]. На початок 2022 р. вже було відомо про те, що збільшення глікемії натще та вік є незалежними факторами ризику смертності у хворих на COVID-19 [6], але майже не було досліджень, що оцінювали вірогідність тяжкого перебігу та смертності COVID-19 у хворих на ЦД залежно від рівня глікемії та застосованих гіпоглікеміч-

них та гіпотензивних медикаментів. Саме тому завданням нашого дослідження було вивчення результатів лікування COVID-19 в осіб із ЦД, враховуючи динаміку глікемії, АТ та застосовані медикаменти.

Метою наших досліджень у 2022-2024 рр. було визначити наслідки перебігу COVID-19 у поєднанні з ЦД.

Матеріал і методи

У 2022 р. ми провели вивчення медичних архівів (2022 р.) ІЛК і КМКЛ щодо факторів, пов'язаних зі смертністю. Для оцінки впливу незалежних змінних на ризик смерті було застосовано логістичний регресійний аналіз. Використано поетапний метод у багатофакторній моделі логістичної регресії.

Архів ІЛК нещодавно вже використовувався для аналізу факторів ризику смертності пацієнтів із COVID-19, пролікованих у 2020 році [7]. Діагностика COVID-19, відбір пацієнтів для госпіталізації, клінічні обстеження та лікування проводились згідно з відповідними національними стандартами [8], які оновлено відповідно до рекомендацій ВОЗ. Діагноз COVID-19 підтверджено методом ПЛР. Електронний комплекс даних розроблено ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України». Наведено результати лікування всіх дорослих стаціонарних хворих на COVID-19 із підтвердженням ПЛР-тестом (n=1097, жінки 64,0%) з 12.02.2020 по 01.07.2022 рр. Аналізували стандартні клініко-антропометричні характеристики пацієнтів: рівень FPG, насичення периферичних капілярів киснем (SpO₂); індекс маси тіла (ІМТ); систолічний та діастолічний

Прикладні дослідження

АТ (САТ, ДАТ). Категорія АГ визначалася як систолічний/діастолічний артеріальний тиск 140/90 мм рт.ст. і вище або гіпотензивне лікування. Були враховані наявності документально підтвердженого діагнозу ЦД (на підставі направлення лікаря загальної практики/сімейного лікаря та/або фактичного приймання ліків для зниження глюкози в крові) на момент госпіталізації, інфаркту міокарда/реванскуляризації в анамнезі та категорії антигіпертензивних препаратів для лікування АГ під час перебування в лікарні. Антигіпертензивні препарати були класифіковані на: іРААС – інгібітори ангіотензинперетворювального ферменту (іАПФ) або блокатори рецепторів ангіотензину II (БРА); блокатори кальцієвих каналів; інші гіпотензивні засоби. Виписка з лікарні через одужання або смерть розглядалася як дихотомічний результат лікування.

У 2023-2024 рр. ми провели обстеження госпіталізованих в КМКЛ осіб, які перенесли важку форму COVID-19 з підтвердженою пневмонією, лікувалися в 4 кварталі 2021 р. і були виписані. Оцінювали ризик розвитку ЦД у пацієнтів, що одужали від важкої форми COVID-19. Опрацьовано 164 історії хвороб, з яких 136 відносились до одужалих. З цієї кількості ми встановили телефонний контакт із 93 пацієнтами, з яких 32 підписали інформовану згоду та були обстежені в ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України». З пацієнтами проводилась співбесіда, в якій уточнювали статус пацієнта щодо відомого ЦД та його лікування, визначали загальний стан та придатність пацієнта до проведення досліджень. Контрольну групу становили 26 осіб без відомостей про тяжкий перебіг COVID-19 та без госпітального лікування впродовж 2020-2023 років.

Визначали рівні глюкози FPG, через 2 год після вживання розчину глюкози (2hPG), HbA1c. Проводили антропометричні вимірювання: вага, зріст, ІМТ, САТ, ДАТ; вміст жиру в організмі (body fat, %). Визначали фізичну форму та серцево-судинну витривалість за 6-хвилинним тестом ходіння (6 MWT). Оцінювали динаміку тиску, частоту серцевих скорочень, частоту дихань, сатурацію кисню (SpO_2), функцію легень за об'ємом форсованого видиху за одну секунду (FEV1) та форсованої життєвої ємності видиху (FVC). Обстежували здоров'я ясен, визначаю-

чи КВП в міліметрах за відстанню від емалево-цементної межі до дна пародонтальної кишені. Для оцінки ФА ми застосували акселерометрію (актиграфію). Показниками ФА були: MET's – середня кількість метаболічних еквівалентів завдання за весь час носіння та записування акселерометра; помірні ФА – частка ФА помірної інтенсивності за весь час носіння та записування (%), а також показник помірної ФА, хв/тиждень – сума хв за тиждень, накопичених у періодах тривалістю не менше 10 хв помірної безперервної ФА. Представлені результати дослідження 57 осіб, які носили пристрій (акселерометр) 7 днів. З відповідними методичними деталями можна ознайомитись у попередніх публікаціях [9, 10].

Результати та обговорення

Було проведено оцінювання ризику смерті в стаціонарних хворих на COVID-19 залежно від наявності чи відсутності ЦД, АГ і застосування іРААС чи інших антигіпертензивних засобів в ІЛК [9]. На момент госпіталізації в ІЛК ЦД був відомий у 150 із 1097 хворих на COVID-19 (13,7%). Частка жінок у групі осіб із ЦД становила 68,0%, а серед осіб без ЦД – 63,4%, тобто статистично значущої різниці в розподілі за статтю в цих групах немає ($p=0,314$). Глікемія та інші характеристики фенотипу в групі ЦД відрізнялися від пацієнтів без такого діагнозу на момент госпіталізації: помірні гіперглікемія та ожиріння були присутні в більшості хворих на ЦД. Вік, FPG, ІМТ та АТ були вищими в групі ЦД. Анамнез ІМ, коронарної реванскуляризації та інсульту також був більш поширеним у групі ЦД. Проте температура тіла та насичення киснем, тобто характеристики, що відображають перебіг COVID-19, у цих групах не відрізнялися (табл. 1).

Одним з обмежень нашого дослідження є те, що ми порівнювали результати пацієнтів, госпіталізованих із COVID-19, залежно від того, чи був відомий діагноз ЦД до госпіталізації. Це означає, що в групі стаціонарних хворих на COVID-19 без ЦД могли бути люди з «невідомим» ЦД. Стрес-індукована гостра гіперглікемія зазвичай спостерігається при критичних захворюваннях [11], тому діагностування ЦД під час гострих захворювань та інфекцій вважається небажаним. Крім того, порівнювані групи мають

Таблиця 1. Деякі характеристики хворих на COVID-19 залежно від діагнозу ЦД на момент госпіталізації в інфекційну лікарню**Table 1.** Some characteristics of COVID-19 patients depending on the diagnosis of «diabetes mellitus» at the time of hospitalization in an infectious diseases hospital

| Характеристики Characteristics | ЦД немає (n=947) (600 жінок) No Diabetes (600 women) | ЦД (n=150) (102 жінки) Diabetes (102 women) | p |
|--|--|---|--------|
| Вік, роки Age, years | 61,7 (49,5–69,7) | 67,1 (60,6–71,9) | <0,001 |
| ГПН, ммоль/л FPG, mmol/L | 5,6 (4,8–6,6) | 9 (6,9–12,4) | <0,001 |
| Систолічний АТ, мм рт. ст. Systolic BP, mm Hg | 130 (120–140) | 135 (130–148) | <0,001 |
| Діастолічний АТ, мм рт. ст. Diastolic BP, mm Hg | 80 (75–85) | 80 (78–90) | <0,001 |
| ІМТ, кг/м ² BMI, kg/m ² | 29,4 (25,9–32,7) n=852 | 32,7 (28,7–36,7) n=30 | <0,001 |
| Інсульт в анамнезі Stroke history | 8 (0,8) | 6 (4,0) | 0,007 |
| Інфаркт міокарда / реvascularизація в анамнезі Myocardial infarction / revascularization history | 6 (0,6) | 6 (4,0) | 0,003 |
| Артеріальна гіпертензія Arterial hypertension | 354 (37,4) | 97 (64,7) | <0,001 |

Примітка. Дані є Me (QI-QIII) або n (%). Порівняння ґрунтувалося на критерії Манна-Уїтні. Khalangot, et al., 2023 [9].

Note. Data are Me (QI-QIII) or n (%). Comparisons were based on the Mann-Whitney test. Modified from Khalangot, et al., 2023 [9].

незаперечні антропометричні, біохімічні та інші відмінності (табл. 1), що підтверджує адекватність застосованої нами категоризації. Питання якісної достатності стаціонарних пацієнтів COVID-19 із відомою групою ЦД (n=150) для підтвердження або спростування нульової гіпотези (помилки II типу) вирішено позитивно.

Розподіл окремих видів лікування та смертності хворих на COVID-19 залежно від діагнозу ЦД на момент госпіталізації в ІЛК показав, що люди з ЦД майже вдвічі частіше отримували лікування із застосуванням вентиляції легень із

позитивним тиском (positive pressure ventilation, PPV): 12,0% проти 6,5%, (p=0,026) і смертність серед них також була вищою, ніж у групі без ЦД: 20,0% проти 12,4% відповідно, (p=0,014). Людей без АГ в групі з ЦД було вдвічі менше, ніж у групі без ЦД (35,3% і 62,6% відповідно, p<0,001). Застосування антигіпертензивних засобів також відрізнялося: іАПФ/БРА використовували 25,3% осіб у групі ЦД та лише 9,4% у групі без ЦД, (p<0,001). Стероїдні гормони для лікування COVID-19 застосовувалися в більшості пацієнтів обох груп, структура їх використання відрізнялася, але незначно. Інсуліном лікували 37,3% хворих, у яких на момент надходження був відомий ЦД.

Було проведено оцінювання ризиків смерті (odds ratios, OR), з 95% довірчим інтервалом (95% confidence interval, CI) стаціонарних хворих на COVID-19 без ЦД (n=947) за допомогою однофакторних моделей логістичної регресії. Чоловіча стать (OR=1,51, 95% CI 1,02–2,23, p=0,039), вік (OR=1,06, 95% CI 1,04–1,08, p<0,001), рівень FPG (OR=1,20, 95% CI 1,09–1,32, p<0,001), САТ (OR=1,02, 95% CI 1,01–1,03, p=0,002), ІМТ (OR=1,05, 95% CI 1,00–1,09, p=0,032) були позитивно пов'язані з ризиком смерті в госпіталізованих пацієнтів із COVID-19, у яких не було діагностовано ЦД. Наявність АГ за відсутності будь-якого лікування або антигіпертензивного лікування препаратами, які не належали до категорії іАПФ/БРА чи блокатори кальцієвих каналів, також було пов'язано з ризиком смерті (OR=1,72, 95% CI 1,01–2,92, p=0,045). Спостерігалася статистична тенденція (p=0,060) зниження ризику смертності в пацієнтів із COVID-19, які приймали іАПФ/БРА. Лікування дексаметазоном пов'язане зі збільшенням ймовірності смерті (OR=2,10, 95% CI 1,36–3,23, p=0,001).

Поетапний метод (введення змінної, якщо p<0,1, видалення змінної, якщо p>0,2) використовувався для пошуку найкращої моделі, яка описувала зв'язок між ризиком смерті пацієнтів без ЦД та набором незалежних змінних у багатфакторної моделі логістичної регресії. Було обрано чотири змінні: стать, вік, FPG та лікування АГ. Площа під кривою цієї моделі (рис.) AUC=0,780, що вказує на середню силу зв'язку між ризиком смерті та чотирма обраними змінними.

Якщо стать, вік, FPG та вид антигіпертензивного лікування розглядалися в рамках однієї

Прикладні дослідження

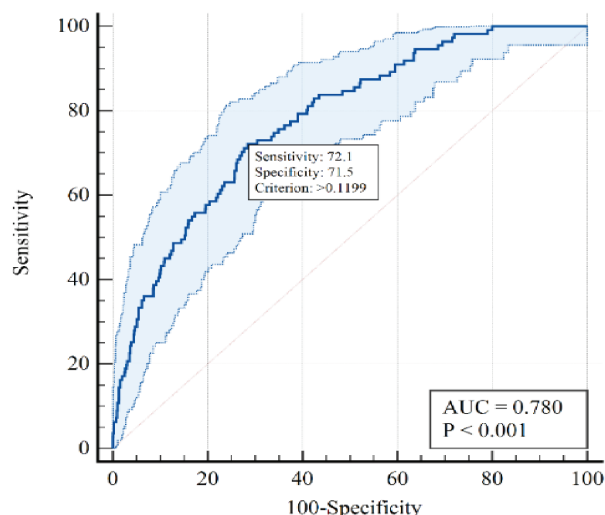


Рисунок. ROC-крива чотирифакторної (стать, вік, FPG та лікування АГ) моделі ризику смерті пацієнтів без ЦД (наведено 95% CI). Значення критерію розраховано за індексом Юдена. Khalangot, et al., 2023 [9].

Figure. ROC curve of a four-factor (gender, age, FPG and hypertension treatment) model of death risk in patients without diabetes (95% CI is given). The criterion value is calculated using the Youden index. Modified from Khalangot, et al., 2023 [9].

багатофакторної моделі, тенденція ставала статистично значущою ($p=0,013$) і вказувала на суттєве зниження ймовірності смерті для пацієнтів, які отримували іАПФ/БРА (OR=0,22, 95% CI 0,07–0,72). Ризики, пов'язані з чоловічою статтю, віком, FPG та іншими методами лікування АГ, істотно не змінилися порівняно з однофакторними оцінками.

Таким чином, ми виявили дуже значне зниження ризику смерті для госпіталізованих пацієнтів із COVID-19 без ЦД, які отримували іРААС, порівняно з відповідним ризиком у стаціонарних хворих на COVID-19 із нормальним тиском, які не отримували антигіпертензивного лікування.

У 150 хворих на ЦД із COVID-19 у рамках багатофакторної моделі (вік, FPG, лікування АГ) не було виявлено зв'язку між іАПФ/БРА та ймовірністю смерті. Поетапний метод (введення змінної, якщо $p<0,1$, видалення змінної, якщо $p>0,2$) використовувався для пошуку найкращої моделі, яка описувала зв'язок між ризиком смерті хворих на ЦД та набором незалежних змінних у моделі багатофакторної логістичної регресії. Було обрано три змінні: вік, FPG та лікування АГ. Площа під кривою цієї моделі AUC=0,784, що вказує на середню силу зв'язку між ризиком

смерті та трьома обраними змінними.

Гіпотезу про те, що іРААС можуть запобігати смерті від COVID-19 у госпіталізованих пацієнтів з АГ, раніше опублікували іспанські дослідники на основі даних когортного реєстру SEMI-COVID-19 [12]. Здається, ця перевага зрівнює ризик пацієнтів, які отримували лікування, із ризиком пацієнтів без АГ. Але в нашому дослідженні лікування іРААС знижує ризик смерті навіть у порівнянні з відповідним ризиком пацієнтів із нормальним тиском у контрольній групі. Rodilla et al., 2020 [12], ймовірно, першими описали зниження ризику смерті в госпіталізованих пацієнтів із COVID-19, які отримували іРААС, що не суперечить нашим даним про можливу захисну роль іРААС. Але нам не вдалося довести незалежний характер впливу АГ на смертність стаціонарних хворих на COVID-19. Національне когортне дослідження в Англії дослідило 19 256 госпіталізацій у відділення інтенсивної терапії, пов'язаних із COVID-19, і виявило, що пацієнти з ЦД2 мають підвищений ризик смертності незалежно від АГ [13].

Сьогодні існує багато суперечок щодо зв'язку між АГ та COVID-19. Це стосується прогностичної цінності АГ, впливу рівнів АТ, впливу раніше відомої та новодіагностованої АГ та впливу антигіпертензивної терапії на тяжкість і результати в пацієнтів із COVID-19 [14].

Суттєвим обмеженням нашого дослідження, заснованого на даних архіву ІЛК є відсутність окремого аналізу щодо ефектів іАПФ та БРА. Можливо саме тому нам не вдалося довести ефект іРААС для хворих на ЦД. Ми спробуємо подолати це обмеження, щойно гуманітарна ситуація в країні дозволить продовжити рутинні наукові дослідження.

Fastbom J., та ін. і Nyman Iliadou A., (2024) провели когортне дослідження, використовуючи індивідуальні дані з національних реєстрів. Дослідження включало всіх жителів Швеції віком від 50 років ($n=3\ 909\ 321$) на початку першої хвилі SARS-CoV-2 у Швеції. Нижчий ризик смерті від COVID-19 спостерігався для користувачів іАПФ: HR 0,92 (95% CI 0,86–0,99). Для БРА істотного зв'язку не виявлено [15]. Нещодавно опублікований коментар Tsukamoto S., що пояснює механізм, завдяки якому іАПФ мають переваги над БРА у профілактиці та лікуванні вірусних пневмоній. Вважається, що одним із механізмів профілактики пневмонії іАПФ є по-

силення кашльового рефлексу. Брадикінін і субстанція P, які зазвичай метаболізуються АПФ, накопичуються в дихальних шляхах після введення іАПФ, стимулюючи аферентні волокна блукаючого нерва, які контролюють кашльовий рефлекс, таким чином сприяючи кашльовому рефлексу. Посилення кашлю може сприяти відхаркуванню збудників, включаючи мікроаспірацію, і може сприяти профілактиці пневмонії. Цей механізм відсутній в БРА, які також є іРААС [16]. Згідно з нашим дослідженням, проведеного у 2023 р. та заснованого на даних архіву КМКЛ, саме іАПФ, але не БРА демонструють незалежний від ЦД протективний ефект щодо смертності госпіталізованих хворих на COVID-19. Після уточнення ці дані будуть опубліковані.

Ми провели оцінювання зв'язку між перенесенням тяжкого COVID-19 та ризиком розвитку ЦД. У 2023 р. завдяки аналізу медичного архіву КМКЛ у 4 кварталі 2021 р нами були отримані висновки щодо характеристик госпіталізованих хворих із COVID-19 залежно від наявності ЦД [10]. Госпітальна смертність 28 осіб із ЦД досягла 53,6%, в 125 осіб без ЦД – 12,8% ($p < 0,001$). У госпіталізованих осіб із COVID-19 та ЦД виявлено значно нижчий мінімальний рівень кисневої сатурації ($p = 0,006$) та значно вищий рівень максимального систолічного АТ ($p = 0,003$). У госпіталізованих осіб із COVID-19 та ЦД удвічі вищий рівень важливого прозапального маркера: С-реактивний протеїн (CRP) 110,3 (49,8–126,3) мг/л проти 50,2 (11,7–106) в осіб із COVID-19 без ЦД ($p < 0,009$) та значно вищий ($p = 0,047$) рівень продукту деградації фібрину, відомого як Д-димер, що є біомаркером тромботичних розладів: 0,84 (0,75–3,91) мг/л проти 0,64 (0,32–1,45) в осіб із COVID-19 без ЦД [17].

Проведено аналіз антропометричних, біохімічних та функціональних показників усіх обстежених у 2023 та 2024 р. осіб, що перенесли важку форму COVID-19 із підтвердженою рентгеном пневмонією, які лікувалися та були виписані з КМКЛ у 4 кварталі 2021 р. (табл. 2).

Поєднання даних 2023 та 2024 років дозволило нам проаналізувати результати доповнених груп COVID-19 ($n = 32$) та контрольної групи ($n = 26$). Досліджені групи COVID-19 виявилися старшими та з більшим ВМІ, ніж контрольна група. Показники ФА у групі COVID-19 були меншими, а рівень глюкози та HbA1c більшим, ніж у контролі (табл. 2).

Таблиця 2. Показники в групах контролю та після перенесення важкої форми COVID-19 за поєднаними даними досліджень 2023 р. та 2024 р.

Table 2. Indicators in the control groups and after suffering severe form of COVID-19 according to combined data from studies in 2023 and 2024

| Характеристики Characteristics | Контроль Control | n | COVID-19 | n | p |
|---|---------------------|----|------------------|----|-------|
| Вік, роки Age, years | 57,19 (11,43) | 26 | 65,0 (12,75) | 32 | 0,018 |
| ІМТ, кг/м ² BMI, kg/m ² | 27,45 (5,90) | 26 | 31,43 (5,49) | 31 | 0,011 |
| ГПН, ммоль/л FPG, mmol/L | 5,13 (4,82-5,6) | 26 | 5,59 (5,23-6,74) | 32 | 0,002 |
| 2hPG, ммоль/л 2hPG, mmol/L | 5,89 (5,21-6,75) | 24 | 5,64 (4,87-7,27) | 19 | 0,971 |
| HbA1c, % | 5,95 (5,6-6,2) | 26 | 6,30 (6,05-7,0) | 32 | 0,001 |
| 6 MWT, м | 534,7 (74,05) | 26 | 353,3 (152,7) | 30 | 0,001 |
| MET's | 1,577 (0,25) | 26 | 1,28 (0,22) | 31 | 0,001 |
| Act MET's | 3,72 (3,29-4,10) | 23 | 2,69 (1-3,71) | 30 | 0,006 |
| Помірна та інтенсивна ФА, хв/тиждень MA and VA, min/week | 216 (10-437,3) | 23 | 23,5 (0-103) | 31 | 0,022 |

Примітка. Дані є Me (QI-QIII) або M (SD). Порівняння здійснювали за W-критерієм Вілкоксона або критерієм Ст'юдента.

Note. Data are Me (QI-QIII) or M (SD). Comparisons were performed using the Wilcoxon W-test or the Student's test.

Такі результати роблять необхідним стандартизацію знайдених відмінностей за віком. З цією метою ми використали case-control matching procedure (Statistical software EZR v. 1.68 (graphical user interface for R statistical software version 4.3.1, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) [18]. Згадана процедура дала можливість випадковим чином зрівняти групи за віком та знов порівняти показники ФА та ВМІ (табл. 3).

Виявилось, що після такого зрівняння помічений феномен зменшення показників ФА (MET's; Act MET's) та фізичної форми (6 MWT). Також збереглося і підвищення ВМІ. Причинно-наслідковий зв'язок у цьому випадку потребує подальшого дослідження.

Кореляційні асоціації з віком, що були помічені у 2023 р. [10], підтвердились при збільшен-

Прикладні дослідження

Таблиця 3. Показники 6 MWT, BMI та ФА в групах контролю та після перенесення тяжкої форми COVID-19 з використанням стандартизації за віком (case-control matching procedure)

Table 3. Indicators of 6 MWT, BMI and physical activity in the control groups and after suffering a severe form of COVID-19 using age standardization (case-control matching procedure)

| Показники Characteristics | Контроль Control | n | COVID-19 | n | p |
|---|---------------------|----|------------------|----|-------|
| Вік, роки Age, years | 60,0 (52,5–69,0) | 20 | 64,0 (51,0–69,0) | 20 | 0,946 |
| 6 MWT, м | 525,1 (76,9) | 20 | 393,4 (76,9) | 19 | 0,004 |
| BMI, kg/m ² | 27,29 (5,24) | 20 | 31,91 (5,51) | 20 | 0,010 |
| MET's | 1,61 (0,26) | 20 | 1,35 (0,23) | 20 | 0,002 |
| Act MET's | 3,81 (3,46–4,07) | 20 | 3,44 (1,00–3,54) | 19 | 0,014 |
| Помірна ФА, хв/тиждень MA, min/week | 118,9 (41,8–207,8) | 20 | 19,5 (0,0–120,3) | 20 | 0,056 |

Примітка. Дані є Me (QI-QIII) або M (SD).

Note. Data are Me (QI-QIII) or M (SD).

ні кількості досліджених у 2024 р. Кореляційний аналіз (рангова кореляція за Спірменом) досліджених показників у групі контролю виявив позитивну кореляцію віку з НвА1с ($R=0,50$), КВП ($R=0,38$) та підтвердив негативну кореляцію лише з FEV 1 ($R=-0,46$), FVC ($R=-0,46$). Кореляційний аналіз (рангова кореляція за Спірменом) в групі COVID-19 виявив позитивну кореляцію віку пацієнтів зі систолічним АТ ($R=0,53$), КВП ($R=0,38$) та негативну кореляцію з 6 MWT ($R=-0,57$), MET's ($R=-0,50$), ФА ($R=-0,44$), FEV 1 ($R=-0,61$), FVC ($R=-0,55$). Цікавим результатом було виявлення негативної кореляції між часткою жиру та показниками фізичної форми та ФА (6 MWT, MET's, Act MET's, помірна ФА), функції зовнішнього дихання (FVC та FEV 1) в групі COVID-19, тоді як у контролі такий зв'язок виявлено лише з 6 MWT.

Таким чином, ми встановили, що анамнез COVID-19 може суттєво впливати на кореляційні зв'язки між віком та важливими функціональними і метаболічними показниками, що пояснює деякі механізми впливу COVID-19 на біологічний вік людини.

Щодо показника 6 MWT виявилось, що в групі COVID-19 він негативно корелює не лише з віком, а й з композицією тіла (Fat, %), САТ та позитивно корелює з показниками ФА (MET's, Act MET's, помірна ФА) та функцією зовніш-

нього дихання (FVC та FEV 1). У групі контролю зв'язок 6 MWT із показниками ФА зникає, але з'явився негативний зв'язок із рівнем НвА1с. Причинність цих зв'язків залишається предметом подальших досліджень.

Проведений розрахунок відношення ризиків (RR) виникнення ЦД у групах контролю та після перенесення важкої форми COVID-19. У пацієнтів з анамнезом важкого COVID-19 виявлено збільшення ризику щодо наявності ЦД (RR 6,09, $p=0,027$) та категорії «раніше відомий ЦД», (RR 7,27, $p=0,001$). При цьому через 2 роки після госпітального лікування COVID-19 частка «вперше виявленого ЦД» за даними лабораторних досліджень не відрізнялася від контрольної групи.

Ще до закінчення пандемії повідомляли про вищу частоту нових випадків ЦД під час пандемії [19]. Ретроспективне когортне дослідження в Німеччині виявило збільшення відносного ризику розвитку нового ЦД2: 1,28 (95% СІ 1,05–1,57) [20]. Проте в цій когорті не було пацієнтів, що потребували госпітального лікування з використанням глюкокортикоїдів. В іншому дослідженні було оцінено 25 мільйонів пацієнтів у Великій Британії на основі записів загальної практики та повідомлено про значне зниження діагнозів ЦД2 під час першої хвилі пандемії [21]. Автори цього дослідження пояснюють такий результат не «профілактичною» дією вірусу, а скоріше неспроможністю медичної системи вчасно діагностувати ЦД2 під час пандемії. Отже, залишається без відповіді питання про те, в чому полягає вплив COVID-19 на появу нових випадків ЦД2: це безпосередня дія вірусу (прямий вплив), чи це наслідок численних непрямих ефектів пандемії (зниження ФА, нездорове харчування, стрес та ін.) [22].

Через вимушену зміну дизайну нашого дослідження нам не вдалося провести повноцінне епідеміологічне дослідження впливу COVID-19 на появу нових випадків ЦД2, проте ми змогли об'єктивними методами виявити меншу ФА та гіршу фізичну форму в перехворілих осіб через 2 роки після перенесення COVID-19, що потребував госпітального лікування. Ці результати вказують на підвищений ризик розвитку ЦД2 у найближчому майбутньому. Розробка програм з використанням моніторингу ФА для осіб, що перенесли важку форму COVID-19 повинна стати наступним завданням для профілактичної медицини.

Висновки

1. Результати обсерваційного дослідження 1097 стаціонарних хворих на COVID-19, які лікувалися в КНП «Інфекційна лікарня м. Костянтинівка» у 2021 році показали: цукровий діабет був відомий у 150 із 1097 пацієнтів із COVID-19 (13,7%), смертність серед хворих на цукровий діабет була вищою: 20,0% проти 12,4% відповідно ($p=0,014$), чоловіча стать, вік, рівень глюкози в плазмі натщесерце і певні антигіпертензивні препарати були незалежно пов'язані з ризиком смерті в пацієнтів без цукрового діабету.
2. У 2023 р. завдяки аналізу медичного архіву КНП «Київська міська клінічна лікарня №8» нами були отримані результати щодо хворих із COVID-19 залежно від наявності цукрового діабету (за даними 4 кварталу 2021 р.): госпітальна смертність 28 осіб із цукровим діабетом досягала 53,6%, в 125 осіб без цукрового діабету – 12,8% ($p<0,001$).
3. У госпіталізованих в Києві осіб із COVID-19 та цукровим діабетом виявлено значно нижчий мінімальний рівень кисневої сатурації ($p=0,006$) та значно вищий рівень максимального систолічного артеріального тиску ($p=0,003$), ніж у хворих на COVID-19 без цукрового діабету.
4. У госпіталізованих у Києві осіб із COVID-19 та цукровим діабетом удвічі вищий рівень прозапального маркера, ніж без цукрового діабету: С-реактивний протеїн 110,3 (49,8–126,3) мг/л проти 50,2 (11,7–106) в осіб із COVID-19 без цукрового діабету ($p<0,009$) та значно вищий ($p=0,047$) рівень Д-димера, що є біомаркером тромботичних розладів: 0,84 (0,75–3,91) мг/л проти 0,64 (0,32–1,45) в осіб із COVID-19 без цукрового діабету.
5. У госпіталізованих в КНП «Інфекційна лікарня м. Костянтинівка» осіб із COVID-19 незалежний від віку та гіпотензивного лікування позитивний зв'язок ризику смерті був підтверджений для рівня глюкози плазми натщесерце: OR 1,14 (1,02–1,26), $p=0,016$ для пацієнтів із цукровим діабетом та OR 1,12 (1,01–1,24), $p=0,026$ без цукрового діабету. Тобто, шанси померти від COVID-19 зростають разом зі збільшенням глікемії натщесерце незалежно від наявності цукрового діабету.
6. Виявлено зниження ризику смерті для стаціонарних пацієнтів із COVID-19 без цукрового діабету, які отримували інгібітори ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, порівняно з відповідним ризиком для стаціонарних пацієнтів із нормальним артеріальним тиском, які не отримували антигіпертензивних засобів: OR 0,22 (95% CI 0,07–0,72) з урахуванням впливу віку, статі і рівня глюкози плазми натщесерце.
7. За даними проведеного у 2023-2024 рр. обстеження 32 перехворілих у 2021 р. на важку форму COVID-19 частки вперше виявленого цукрового діабету групи COVID-19 та контрольної групи статистично не відрізнялися.
8. Кількісна оцінка фізичної активності за даними актиграфії та оцінка фізичної форми за даними 6-хвилинного тесту виявила гірші показники в осіб групи COVID-19 порівняно з контрольною групою.
9. Виявлена негативна кореляція між часткою жиру та показниками фізичної форми та активності (6 MWT, MET's, Act MET's, помірна фізична активність), функції зовнішнього дихання (FVC та FEV 1) в групі COVID-19.
10. Нам не вдалося довести вплив COVID-19 на появу нових випадків ЦД2, проте ми змогли об'єктивними методами виявити меншу фізичну активність та гіршу фізичну форму в перехворілих осіб через 2 роки після перенесення COVID-19, що потребував госпітального лікування. Ці результати вказують на підвищений ризик розвитку ЦД2 у найближчому майбутньому. Розробка програм із використанням моніторингу ФА для осіб, що перенесли тяжку форму COVID-19 повинна стати наступним завданням для профілактичної медицини.

Список використаної літератури

1. Guo W, Li M, Dong Y, Zhou H, Zhang Z, Tian C, et al. Diabetes is a risk factor for the progression and prognosis of COVID-19. *Diabetes Metab Res Rev.* 2020 Oct;36(7):e3319. doi: 10.1002/dmrr.3319.
2. Bornstein SR, Rubino F, Khunti K, Mingrone G, Hopkins D, Birkenfeld AL, et al. Practical recommendations for the management of diabetes in patients with COVID-19. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2020 Jun;8(6):546-50. doi: 10.1016/S2213-8587(20)30152-2.
3. Vaduganathan M, Vardeny O, Michel T, McMurray JJV, Pfeffer MA, Solomon SD. Renin-angiotensin-aldosterone system inhibitors in patients with Covid-19. *N Engl J Med.* 2020 Apr 23;382(17):1653-9. doi: 10.1056/NEJMs2005760.

Прикладні дослідження

4. Fang L, Karakiulakis G, Roth M. Are patients with hypertension and diabetes mellitus at increased risk for COVID-19 infection? *Lancet Respir Med.* 2020 Apr;8(4):e21. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30116-8.
5. Javanmard SH, Heshmat-Ghahdarijani K, Vaseghi G. Angiotensin-converting-enzyme inhibitors (ACE inhibitors) and angiotensin II receptor blocker (ARB) use in COVID-19 prevention or treatment: A paradox. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2021 Jan;42(1):118-9. doi: 10.1017/ice.2020.195.
6. Yang P, Wang N, Wang J, Luo A, Gao F, Tu Y. Admission fasting plasma glucose is an independent risk factor for 28-day mortality in patients with COVID-19. *J Med Virol.* 2021 Apr;93(4):2168-76. doi: 10.1002/jmv.26608.
7. Khalangot M, Sheichenko N, Gurianov V, Vlasenko V, Kurinna Y, Samson O, et al. Relationship between hyperglycemia, waist circumference, and the course of COVID-19: Mortality risk assessment. *Experimental Biology and Medicine.* 2021;246:1-7. doi: 10.1177/15353702211054452.
8. Міністерство охорони здоров'я України. Стандарти медичної допомоги «Коронавірусна хвороба (COVID-19)». [цитовано 2025 Чер 01]. Доступно: https://moz.gov.ua/uploads/3/19713-standarti_med_dopomogi_covid_19.pdf.
9. Khalangot M, Sheichenko N, Gurianov V, Zakharchenko T, Kravchenko V, Tronko M. RAAS inhibitors are associated with a better chance of surviving of inpatients with Covid-19 without a diagnosis of diabetes mellitus, compared with similar patients who did not require antihypertensive therapy or were treated with other antihypertensives. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023 Jan 19;14:1077959. doi: 10.3389/fendo.2023.1077959.
10. Kravchenko VI, Zakharchenko TF, Gurianov VG, Kovtun VA, Makarenko VA, Yakovenko OM, et al. Metabolic, anthropometric, and functional characteristics of individuals with severe COVID-19 nearly 20 months after recovery: low physical activity and cardiovascular endurance indicators. *Endokrynologia.* 2024;29(1):5-16. DOI: 10.31793/1680-1466.2024.29-1.5.
11. NICE-SUGAR Study Investigators, Finfer S, Chittock DR, Su SY, Blair D, Foster D, Dhingra V, et al. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients. *N Engl J Med.* 2009 Mar 26;360(13):1283-97. doi: 10.1056/NEJMoa0810625.
12. Rodilla E, Saura A, Jiménez I, Mendizábal A, Pineda-Cantero A, Lorenzo-Hernández E, et al. Association of hypertension with all-cause mortality among hospitalized patients with COVID-19. *J Clin Med.* 2020 Sep 28;9(10):3136. doi: 10.3390/jcm9103136.
13. Dennis JM, Mateen BA, Sonabend R, Thomas NJ, Patel KA, Hattersley AT, et al. Type 2 diabetes and COVID-19-related mortality in the critical care setting: a national cohort study in England, march-july 2020. *Diabetes Care.* 2021 Jan;44(1):50-57. doi: 10.2337/dc20-1444.
14. Tadic M, Saeed S, Grassi G, Taddei S, Mancia G, Cuspidi C. Hypertension and COVID-19: ongoing controversies. *Front Cardiovasc Med.* 2021 Feb 17;8:639222. doi: 10.3389/fcvm.2021.639222.
15. Fastbom J, Jonasdottir Bergman G, Holm J, Hanberger H, Strålin K, et al. Use of drugs for hypertension or heart failure and the risk of death in COVID-19: association with loop-diuretics. *Eur J Clin Pharmacol.* 2024 Oct;80(10):1515-22. doi: 10.1007/s00228-024-03709-2.
16. Tsukamoto S. Do angiotensin-converting enzyme inhibitors not reduce the risk of pneumonia? *Hypertens Res.* 2024 Oct;47(10):2961-3. doi: 10.1038/s41440-024-01848-8.
17. Khalangot M, Gurianov V, Zakharchenko T, Kravchenko V, Kovzun O, Shupachynskiy V, et al. The use of angiotensin-converting enzyme inhibitors in hospitalized patients with COVID-19 is associated with a lower risk of mortality. 2025. Preprint. doi: <https://doi.org/10.1101/2025.03.12.25323615>
18. Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZ' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 2013 Mar;48(3):452-8. doi: 10.1038/bmt.2012.244.
19. Khunti K, Del Prato S, Mathieu C, Kahn SE, Gabbay RA, Buse JB. COVID-19, Hyperglycemia, and New-Onset Diabetes. *Diabetes Care.* 2021 Dec;44(12):2645-55. doi: 10.2337/dc21-1318.
20. Rathmann W, Kuss O, Kostev K. Incidence of newly diagnosed diabetes after Covid-19. *Diabetologia.* 2022 Jun;65(6):949-54. doi: 10.1007/s00125-022-05670-0.
21. Carr MJ, Wright AK, Leelathana L, Thabit H, Milne N, Kanumilli N, et al. Impact of COVID-19 on diagnoses, monitoring, and mortality in people with type 2 diabetes in the UK. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2021 Jul;9(7):413-5. doi: 10.1016/S2213-8587(21)00116-9.
22. Khunti K, Valabhji J, Misra S. Diabetes and the COVID-19 pandemic. *Diabetologia.* 2023 Feb;66(2):255-66. doi: 10.1007/s00125-022-05833-z.

Список скорочень

- БРА** – блокатори рецепторів ангіотензину II
іАПФ – інгібітори ангіотензинперетворювального ферменту
КВП – комбінована втрата прикріплення
ФА – фізична активність
ЦД – цукровий діабет
ЦД2 – цукровий діабет 2-го типу
FEV 1 – forced expiratory volume in 1 second (об'єм форсованого видиху за 1 секунду)
FPG – fasting plasma glucose (ГПН, глюкоза в плазмі натщесерце)
FVC – forced vital capacity expiratory (форсована життєва ємність видиху)
МА – moderate-intensity physical activity (помірна фізична активність)
MET's – metabolic equivalent of task (метаболічний еквівалент задачі)
6 MWT – 6-minute walking test (6-ти хвилинний тест ходьби)
RAAS – renin-angiotensin-aldosterone system
ВА – vigorous-intensity physical activity (інтенсивна фізична активність)

COVID-19 and diabetes (a mini review of literature data and own research)

V.I. Kravchenko¹, T.F. Zakharchenko¹, V.G. Gurianov², V.A. Makarenko¹, V.B. Shchupachynskiy³, N.V. Sheichenko⁵, M.D. Khalangot^{1,4}

¹State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»

²Bohomolets National Medical University

³Kyiv Municipal Clinical Hospital №8

⁴Shupyk National Healthcare University of Ukraine

⁵Municipal non-profit enterprise «Infectious Diseases Hospital of Kostyantynivka»

Abstract. One of the features of the coronavirus disease (COVID-19) caused by the SARS-CoV-2 coronavirus is the association between the course of this infection and the presence of diabetes mellitus (DM). Inhibitors of the renin-angiotensin-aldosterone system (iRAAS) can increase the expression of angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2). Since ACE2 is a functional receptor for SARS CoV-2, the question arose about the potential danger of iRAAS for patients with COVID-19. **The aim:** to evaluate the outcomes of hospital treatment of COVID-19, taking into account the presence of DM and the use of iRAAS and risk factors for the development of DM in patients who have recovered from severe COVID-19. **Material and meth-**

ods: analysis of medical archives regarding the treatment outcomes of inpatients with COVID-19 (n=1097) in the Municipal non-profit enterprise «Infectious Diseases Hospital of Kostyantynivka» (IDHK) and Kyiv Municipal Clinical Hospital №8 (KMCH) in 2021 (n=153, of which 28 people had DM). The results of 947 IDHK patients with COVID-19 and 150 patients with diabetes were analyzed at the time of hospitalization and treatment during their stay in the hospital. Contact was established with 93 individuals discharged from the KMCH in 2021, of which 32 signed informed consent and were examined in 2023-2024 (glucose tolerance test – GTT, anthropometric measurements, glycated hemoglobin (HbA1c), external respiratory function (FVC, FEV 1) and 6-minute walk test (6 MWT). Physical activity (PA) was assessed using a 7-day actigraphy and combined attachment loss (CAL) of teeth. 26 people without a history of severe COVID-19 served as a control group. Logistic regression analysis was used for statistical evaluations. **Results:** mortality among patients with DM in the KMCH was higher than without DM: 20.0% vs. 12.4%, respectively (p=0.014), male gender, age, and fasting plasma glucose (FPG) were independently and positively associated with the risk of death in patients without DM, and iRAAS treatment with reduced risk: OR 0.22 (95% CI 0.07–0.72) taking into account age, gender and FPG. In the KMCH, the mortality of people with DM reached 53.6%, and in people without DM 12.8% (p<0.001), in COVID-19 patients with DM, the levels of C-reactive protein and D-dimer were higher than without DM. According to the survey (2023–2024) of 32 patients who recovered from the disease (2021), the proportions of new DM in the COVID-19 group and the control group did not differ. Age-standardized 6 MWT and MET's were lower in COVID-19 survivors: 393.4 (76.9) m and 1.35 (0.23) versus 525.1 (76.9) m and 1.61 (0.26) in the controls. Correlation analysis in the COVID-19 group revealed positive correlation of patient age with systolic BP, CAL and a negative correlation with 6 MWT, MET's, PA, FEV 1, FVC, and in the control group – a positive correlation of age with HbA1c, CAL and confirmed a negative correlation with FEV 1, and FVC. **Conclusion:** objective methods revealed lower PA and worse physical fitness 2 years after COVID-19, requiring hospital treatment. These results indicate an increased risk of developing DM2 in the near future. Development of PA monitoring programs for people who have suffered a severe form of COVID-19 should be the next task for preventive medicine.

Keywords: COVID-19, diabetes mellitus, mortality, RAAS inhibitors, 6-minute walk test, actigraphy, physical activity.

Для цитування: Кравченко ВІ, Захарченко ТФ, Гур'янов ВГ, Макаренко ВА, Щупачинський ВБ, Шейченко НВ, Халангот МД. COVID-19 та цукровий діабет (міні огляд даних літератури та власних досліджень). *Ендокринологія*. 2025;30(2):108-118. DOI: 10.31793/1680-1466.2025.30-2.108.

Адреса для листування: Захарченко Тамара Федорівна, email: zatat@ukr.net, ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», вул. Вишгородська, 69, Київ 04114, Україна.

Відомості про авторів: Кравченко Віктор Іванович, д-р мед. наук, проф., завідувач відділу епідеміології ендокринних захворювань ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000000308672023; За-

харченко Тамара Федорівна, канд. біол. наук, старш. наук. співроб., старша наукова співробітниця відділу епідеміології ендокринних захворювань ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000000243948833; Гур'янов Віталій Григорович, канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри менеджменту охорони здоров'я Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця, ORCID: 0000-0001-8509-6301; Макаренко Вікторія Андріївна, лікар-стоматолог поліклінічного відділення ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України», ORCID: 0000-0001-6632-9106; Щупачинський Володимир Богданович, завідувач відділення інтенсивної терапії та реанімації КНП «Київська міська клінічна лікарня №8», ORCID: 0009-0009-5951-4085; Шейченко Надія Василівна, директорка КНП «Інфекційна лікарня м. Костянтинівка», ORCID: 0009-0005-9431-299X; Халангот Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф., професор кафедри ендокринології Національного університету охорони здоров'я України ім. П.Л. Шупика, ORCID: 0000000246325447.

Особистий внесок: Кравченко В.І. – написання та редагування статті; Захарченко Т.Ф. – збір та аналіз даних, підготовка до публікації статті; Гур'янов В.Г. – статистичне оброблення результатів досліджень; Макаренко В.А. – участь у зборі матеріалу, Щупачинський В.Б. – участь у зборі матеріалу; Шейченко Н.В. – участь у зборі матеріалу; Халангот М.Д. – концепція та дизайн дослідження, аналіз та інтерпретація даних.

Фінансування: стаття підготовлена в рамках бюджетного фінансування НАМН України за планом науково-дослідної роботи «Дослідження зв'язку між перебігом і наслідками COVID-19 та цукровим діабетом» ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» (№ державної реєстрації 0122U000412) і гранту Національного фонду досліджень України (№ державної реєстрації 2021.01/0213) (частково).

Декларація з етики: автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

Стаття: надійшла до редакції 09.06.2025 р.; перероблена 15.06.2025 р.; прийнята до друку 27.06.2025 р.; надрукована 30.06.2025 р.

For citation: Kravchenko VI, Zakharchenko TF, Gurianov VG, Makarenko VA, Shchupachynskiy VB, Sheichenko NV, Khalangot MD. COVID-19 and diabetes (a mini review of literature data and own research). *Endokrynologia*. 2025;30(2):108-118. DOI: 10.31793/1680-1466.2025.30-2.108.

Correspondence address: Zakharchenko Tamara Fedorivna, zatat@ukr.net, State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», Vyshgorodska Str., 69, Kyiv 04114, Ukraine.

Information about the authors: Kravchenko Viktor Ivanovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Head of Department of Epidemiology of Endocrine Diseases, State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», ORCID: 0000000308672023; Zakharchenko Tamara Fedorivna, Cand. Sci. (Biology), Senior Research Fellow, Senior Researcher of Department of Epidemiology of Endocrine Diseases, State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», ORCID: 0000000243948833; Gurianov Vitaliy Hryhorovych, Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Docent of the Department of Health Care Management, Bohomolets National Medical University, ORCID: 0000-0001-8509-6301; Makarenko Viktoriya Andriivna, Dentist of the Polyclinic Department, State Institution «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine», ORCID: 0000-0001-6632-9106; Shchupachynskiy Volodymyr Bohdanovych, Head of the Department of Intensive Care and Resuscitation, Kyiv Municipal Clinical Hospital №8, ORCID: 0009-0009-5951-4085; Sheichenko Nadiia Vasylivna, Director of the

Прикладні дослідження

Municipal non-profit enterprise «Infectious Diseases Hospital of Kostyantynivka», ORCID: 0009-0005-9431-299X; Khalangot Mykola Dmytrovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Professor of Department of Endocrinology, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, ORCID: 0000000246325447.

Personal contribution: Kravchenko V.I. – writing and editing the article; Zakharchenko T.F. – data collection and analysis, preparation for article publication; Gurianov V.G. – statistical processing of research results; Makarenko V.A. – participation in the collection of material, Shchupachynsky V.B. – participation in the collection of material; Sheichenko N.V. – participated in data collection; Khalangot M.D. – concept and design of the study, analysis and interpretation of data.

Funding: the article was prepared within the budget funding of the NAMS of Ukraine according to the plan of research work «Study of the relationship between the course of COVID-19 and diabetes» of the SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine» (State registration № 0122U000412) and by the grant of the National Research Fund of Ukraine (State registration № 2021.01/0213) (partly).

Declaration of ethics: the authors have declared no conflicts of interest or financial obligations.

Article: received June 09, 2025; revised June 15, 2025; accepted June 27, 2025; published June 30, 2025.