

РЕАКЦІЯ СЕДИМЕНТАЦІЇ ЕРИТРОЦИТІВ ЯК МАРКЕР ІМУНОПОСЕРЕДКОВАНИХ ПОРУШЕНЬ ПІСЛЯ КОРОНАВІРУСНОЇ ІНФЕКЦІЇ У ХВОРИХ НА ТУБЕРКУЛЬОЗ ЛЕГЕНЬ

Ю. О. Матвієнко^{A, B, C, D, E}, В. М. Жадан^{B, D, E}, О. Р. Панасюкова^{B, C}, С. Г. Ясирь^B

ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського Національної академії медичних наук України» (ННЦ ФПА НАМНУ), Київ, Україна

A — концепція та дизайн дослідження; B — збір даних; C — аналіз та інтерпретація даних; D — написання статті; E — редагування статті; F — остаточне затвердження статті

Резюме. Мета — побудувати та вивчити можливість використання моделі позитивних та негативних РСЕ-реакцій для з'ясування впливу пандемії COVID-19 на роботу імунної системи у хворих на туберкульоз легень.

Методи та матеріали дослідження. В роботі використано ретроспективні данні обстеження 68 хворих на туберкульоз легень (ТБ) віком від 19 до 76 років в період з 2018 по 2020 рік, що знаходились на лікуванні в ННЦ ФПА НАМНУ. Для специфічної лабораторної діагностики підвищеної чутливості хворих на ТБ до протитуберкульозних препаратів (ПТП) використовували оцінку реакції седиментації еритроцитів (РСЕ) венозної крові пацієнта з ПТП. Математична обробка результатів досліджень проводилась за допомогою програми «Minitab 21» з використанням вбудованих бібліотек статистики.

Результати. У хворих на ТБ після перенесеного COVID-19 спостерігалось зниження проявів алергічної активації імуннокомпетентних клітин в лабораторних тестах РСЕ з ПТП першого ряду. Продемонстровано зниження кількості як слабо позитивних реакцій I ступеня так і позитивних реакцій II та, особливо, III ступеня в період 2020 року на піку захворюваності на COVID-19 в порівнянні із доковідним періодом 2018–2019 років ($p < 0,01$), що свідчило про зміни реактивності імунної системи хворих на туберкульоз, що перенесли вірусну інфекцію.

Висновки. Модель РСЕ дозволила підтвердити, що SARS-CoV-2 має тривалий вплив на імунну систему хворих на ТБ, що призводить до її виснаження та анергії.

Ключові слова. Туберкульоз, COVID-19, імунна система, реакція седиментації еритроцитів.

Вступ

В Україні ефективність лікування туберкульозу (ТБ) в умовах пандемії COVID-19 залишається одним із найважливіших протиепідемічних заходів у боротьбі з подоланням цієї недуги та значною мірою залежить від стану інших органів та систем організму, зокрема, імунної системи [10].

На стан імунної системи хворих на ТБ впливають різні чинники, як ендо- так і екзогенного походження. Серед основних — це вірусні, бактеріальні, грибкові інфекції, фактори стресу, травлення, полютанти. Останніми роками одними із таких факторів стала пандемія COVID-19.

Останні дослідження вчених з Бразилії свідчать про потенційний зв'язок між інфекцією SARS-

COV-2 та активізацією туберкульозної інфекції [14, 16]. На їх думку, на це можуть впливати такі фактори, як виснаження Т-клітин хелперів CD4+, запальний процес в легенях та активація захисних механізмів, опосередкованих стовбуровими клітинами.

З іншого боку, у циркулюючій крові пацієнтів із коронавірусною хворобою як з важкою, так і незначною гіпоксією, на фоні виразних імунодепресивних ознак виявлено значно більшу кількість попередників еритроцитів — клітин CD71+ [11, 12, 17]. Установлено значну негативну кореляцію між кількістю цих клітин зі співвідношеннями Т- і В-клітин у пацієнтів із COVID-19, що не може пояснити, чи впливав коронавірус на еритропоез прямо, чи опосередковано. Отже, клітини крові, включаючи ери-

троцити, бурно реагували на занурення коронавірусу в організм людини.

Це викликало запитання, наскільки еритроцитарні реакції у хворих на туберкульоз, які перенесли COVID-19, відрізнялись від таких в доковідний період, що може прояснити участь еритроцитів у формуванні впливу тривалих наслідків COVID-19 на особливості перебігу туберкульозу.

Мета дослідження — побудувати та вивчити можливість використання моделі позитивних та негативних РСЕ-реакцій для з'ясування впливу пандемії COVID-19 на роботу імунної системи у хворих на ТБ.

Об'єкт і методи дослідження

В роботі використано ретроспективні данні обстеження 68 хворих на ТБ віком від 19 до 76 років що знаходились на лікуванні в ННЦ ФПА НАМНУ в періоди 2018-2019 рр. (доковідний) та в 2020 році (під час епідемії, після перенесеного ковіду). Для специфічної лабораторної діагностики підвищеної чутливості хворих на ТБ до протитуберкульозних препаратів (ПТП) використовували оцінку реакції седиментації еритроцитів (РСЕ) венозної крові пацієнта, змішаної з 3,8 % розчином цитрату натрію, з додаванням ПТП першого ряду (рифампіцин, ізоніазид, етамбутол) в кінцевій концентрації 1,0 мг/мл, яка була визначена при тестуванні клітин *in vitro*. В основу методу був покладений модифікований нами спосіб діагностики медикаментозної непереносимості Е. М. Солошенко [9] за визначенням швидкості седиментації еритроцитів, або РСЕ. Реакція визначення РСЕ полягала в оцінці виявлення специфічної відповіді клітин крові *in vitro* при додаванні відповідного препарату за зміненням реакції з часом (чотири вимірювання: через 1 год, 2 год, 3 год та через 24 год). Згідно методу, для кожного хворого проводилось 2 тести *in vitro*: контроль без додавання препаратів (з 4-ма оцінками результатів), тест з препаратом (з 4-ма оцінками результатів анологічно контролюму). Відсоток показника змінення реакції при кожному тестуванні вираховували за формулою:

$$РСЕ_{\%} = (РСЕ_{\Delta} - РСЕ_{\kappa}) / РСЕ_{\Delta} \times 100 \%, \quad \text{де}$$

$РСЕ_{\%}$ — показник седиментації еритроцитів, який відображає його зміни в дослідній пробі під впливом препарату у відсотках;

$РСЕ_{\Delta}$ — показник седиментації еритроцитів в дослідній пробі з препаратом (мм/год);

$РСЕ_{\kappa}$ — показник седиментації еритроцитів в контрольній пробі без препарату (мм/год).

Реакція вважалась негативною при зростанні РСЕ менше ніж на 30 %; сумнівною — при зростанні РСЕ на 31–40 %, слабопозитивною, якщо РСЕ у дослідному капілярі перевищувала контрольний тест на 41–50 %; позитивною — при різниці від 50 % до 80 %, та гіперпозитивною — при різниці 80 % та вище [7].

Математична обробка результатів досліджень проводилась за допомогою програми «Minitab 21» з використанням вбудованих бібліотек статистики: параметричного однофакторного дисперсійного аналізу (one-way ANOVA), який застосовується для аналізу даних багаторівневих експериментів з однією незалежною змінною; критерієм Колмагорова-Смірнова, та за критерієм χ^2 для аналізу частот, Р-значення якого були розраховані за допомогою двостороннього точного критерію Фішера та скориговані для вибірки малих груп за допомогою Bootstrap методу [2]. Отриманий в ході дослідження цифровий матеріал у кожній окремій вибірці був перевірений на нормальне розподілення величин. За отриманими результатами визначали вибір методу подальшої статистичної обробки даних для підтвердження вірогідності результатів [3]. Обчислювання критеріальних значень та довірчих інтервалів проводилось при заданому рівні значимості $p \leq 0,05$.

Результати та їх обговорення

З'ясовано, що у хворих на ТБ захворювання на COVID-19 спричинило зниження проявів алергічної активації імунокомпетентних клітин в лабораторних тестах РСЕ з проблемними ПТП

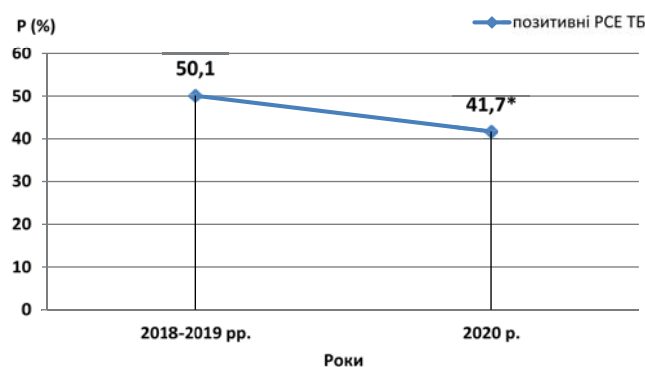


Рис. 1. Частота позитивних реакцій РСЕ до медикаментів в доковідний, та ковідний періоди у хворих на ТБ.

Примітка. * — достовірна різниця показника відносно попереднього за критерієм Колмагорова-Смірнова та за критерієм χ^2 , $p < 0,01$.

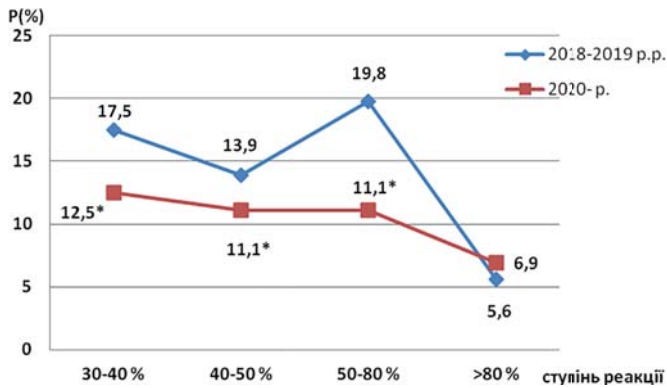


Рис. 2. Частота позитивних реакцій РСЕ до ПТП в залежності від ступеня реакції у хворих на ТБ в доковідний та ковідний періоди.

Примітка. * — достовірна різниця показника відносно попереднього за критерієм Колмагорова–Смірнова та за критерієм χ^2 , $p < 0,01$.

першого ряду (Рис. 1), що можливо пояснити зниженням імунної відповіді та зменшенням можливості розвитку гіпералергічних протизапальних реакцій.

Було проаналізовано також частоту позитивних реакцій РСЕ до медикаментів в залежності від ступеня реакції (Рис. 2).

Графіки залежності демонструють зниження кількості як слабо позитивних реакцій I ступеня так і позитивних реакцій II та, особливо, III ступеня в період 2020 року на піку захворюваності на COVID-19 в порівнянні із доковідним періодом 2018–2019 років.

Алергія до ПТП відноситься до ускладнень медикаментозної терапії лікування хворих на туберкульоз, розвиток якої опосередковується різними імунними механізмами [4, 20]. Реакції до ПТП часто важко класифікувати, оскільки в їх патогенезі присутні різні типи реакцій гіперчутливості, що можуть бути залучені одночасно. Реакції до ПТП також можуть виникати не на сам препарат, а на продукти його метаболізму або додаткові його складові, тому тестування за допомогою IgE може бути неефективним. На відміну від тесту на специфічний IgE, реакція РСЕ більш інформативна відносно залучення різних типів реакцій гіперчутливості [6].

Раніше було показано, що пацієнти з COVID-19 і туберкульозом мають знижену імунну відповідь за рахунок виснаження CD4+T клітин, переважно регуляторних T-лімфоцитів, гіперактивація

яких характерна для обох захворювань [13, 15, 16], а ключовим контролюючим елементом розвитку алергізації є утворення регуляторних лімфоцитів CD4+CD25+ (Treg). Типовий перебіг туберкульозу пов'язаний із підвищенням рівня клітин Treg, тоді як COVID-19 разом із ТБ призводить до гіперактивації та виснаження цих клітин, а отже до анергії [18, 19].

Не останню роль в цих процесах відіграють і еритроцити. Вони здатні виступати співучасниками та мішенями для реалізації реакцій гіперчутливості, зокрема, завдяки їх сорбційним спроможностям та наявності на мембрані Fc-рецепторів до імуноглобулінів, компонентів комплементу C3b і C4b. Особливе місце в цих реакціях можуть мати реакції за участю імунних комплексів, які містять алергени, в тому числі гаптени, а висота імунної відповіді може залежати від особливостей формування природного депо антигенів на еритроцитах. Це призводить до переходу форми еритроцита від двояковогнутого диску до сфери чи полусфери, що і знижує агрегацію цих клітин [1, 5]. Отже, еритроцити можуть виконувати роль буферної системи, яка регулює інтенсивність імунної відповіді [8].

Таким чином, SARS-CoV-2 може мати тривалий вплив на імунну систему хворих на ТБ, що призводить до зниження імунної відповіді через виснаження імунної системи, впливає на модальність імунної відповіді хворого на туберкульоз. Тобто при COVID-19 і активному ТБ існує спотворений гіперзапальний синергетичний стан із низьким імунним потенціалом зменшення можливості розвитку гіпералергічних протизапальних реакцій.

Висновки

У хворих на активний туберкульоз легень після перенесеного COVID-19 спостерігається зниження проявів алергічної активації імунокомпетентних клітин в лабораторних тестах РСЕ з протитуберкульозними препаратами, що можливо пояснити зниженням імунної відповіді хворих та зменшенням можливості розвитку гіпералергічних протизапальних реакцій.

Модель РСЕ дозволила підтвердити, що SARS-CoV-2 має тривалий вплив на імунну систему хворих на ТБ, що призводить до її виснаження та анергії.

Робота виконана за кошти Державного бюджету.

ERYTHROCYTE SEDIMENTATION REACTION AS A MARKER OF IMMUNE-MEDIATED DISORDERS AFTER CORONAVIRUS INFECTION IN PATIENTS WITH PULMONARY TUBERCULOSIS

Yu. O. Matviienko, V. M. Zhadan, O. R. Panasiukova, S. G. Yasir

State organization "Yanovski National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology, NAMS of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Abstract. The aim is to construct and research the potential use of a model of positive and negative erythrocyte sedimentation reaction (ESR) reactions to determine the impact of the COVID-19 pandemic on the immune system of patients with pulmonary tuberculosis (TB).

Research methods and materials. The research utilized retrospective data from examinations of 68 patients with pulmonary TB aged 19 to 76 years during the period from 2018 to 2020, who were undergoing treatment at the NSC PhPA NAMSU. For specific laboratory diagnosis of increased sensitivity of TB patients to anti-tuberculosis drugs (ATDs), the ESR of the patient's venous blood with ATDs was assessed. The mathematical processing of the research results was conducted using the "Minitab 21" software with built-in statistical libraries.

Results. In TB patients after recovering from COVID-19, the decrease of allergic activation of immunocompetent cells was observed in ESR laboratory tests with first-line ATDs. A reduction in the number of both mildly positive reactions of the first stage and positive reactions of the second and, especially, third stage was demonstrated during the peak period of COVID-19 in 2020 compared to the pre-COVID period of 2018–2019 ($p < 0.01$), indicating changes in the immune system reactivity of TB patients who had undergone viral infection.

Conclusions. The ESR model confirmed that SARS-CoV-2 has a long-term impact on the immune system of TB patients, leading to its exhaustion and anergy.

Keywords. Tuberculosis, COVID-19, immune system, erythrocyte sedimentation reaction.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боровская МК, и др. Структурно-функциональная характеристика мембраны эритроцита и ее изменения при патологиях разного генеза. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2010;3(73):334–354.
2. Бутстреп, малые выборки, применение в анализе данных. StatSoft. Режим доступа: <http://statistica.ru/theory/metod-butstrepa-i-ego-primenenie-v-sovremennom-analize-dannykh/> (дата звернення 19.06.2024).
3. Грибовский АМ. Вибір статистического критерия для проверки гипотез. Экология человека. 2008;11:48–57.
4. Кайдашев ИП. Гиперчувствительность к лекарственным препаратам: руководство для врачей. Киев: Медкнига. 2016. 288 с.
5. Кирдей ЕГ, Дмитриева ЛЛ. Роль эритроцитов в регуляции и реализации иммунного ответа. Сибирский медицинский журнал. 1995;3(4):5–8.
6. Матвієнко ЮО, Рекалова ОМ, Тлустова ТВ, Зінченко АО. Використання методу седиментації еритроцитів для діагностики непереносимості протитуберкульозних препаратів у хворих на туберкульоз легень. Астма та Алергія. 2020;2:57–66. doi:10.31655/2307-3373-2020-2-57-66.
7. Рекалова ОМ, Матвієнко ЮО, Панасюкова ОР, та ін. Спосіб діагностики гіперчутливості до протитуберкульозних препаратів у хворих на туберкульоз легень in vitro : Пат. 142927 Україна. № у 2019 10333; заявл. 15.10.2019; опубл. 10.07.2020, Бюл. № 13 (кн. 1). 9 с.
8. Солошенко ЕМ, Узленкова НЄ, Кондакова ГК, та ін. Стан мембран еритроцитів у хворих на лікарську хворобу. Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди. Біологія та валеологія. 2017;19:49–15.
9. Солошенко ЭН. Экспресс-диагностика лекарственных дерматозов. Инф лист. Київ; 1983. 2 с.
10. Фещенко ЮІ, Голубовська ОА, Дзюблик ОЯ, та ін. Особливості ураження легень при COVID-19. Укр пульмонолог журн. 2021;1:5–14. doi: 10.31215/2306-4927-2021-29-1-5-14.
11. Elahi S, Mashhour S. Immunological consequences of extramedullary erythropoiesis: immunoregulatory functions of CD71+ erythroid cells. Haematologica. 2020;105(6):1478-1483. doi: 10.3324/haematol.2019.243063.
12. Elahi S. Neglected cells: immunomodulatory roles of CD71(+) erythroid cells. Trends Immunol. 2019;40(3):181–185. doi:https://doi.org/10.1016/j.it.2019.01.003.

REFERENCES

1. Borovskaia MK, y dr. Ctrukturno-funktsyonalnaia kharakterystyka membrany erytrotsyta y ee yzmeneniya pry patolohiyakh raznoho heneza (Structural and functional characteristics of the erythrocyte membrane and its changes in pathologies of different genesis). Biuleten VSNTs SO RAMN. 2010;3(73):334–354.
2. Butstrep, malye vyborky, prymenenye v analyze dannykh (Bootstrap, small samples, application in data analysis). StatSoft. Available from: <http://statistica.ru/theory/metod-butstrepa-i-ego-primenenie-v-sovremennom-analize-dannykh/> (last accessed 19.06.2024).
3. Hrybovskiy AM. Vibor statystycheskoho kryteriya dlia proverky hipotez (Selecting a statistical criterion for testing hypotheses). Ekolohiya cheloveka. 2008;11:48–57.
4. Kajdashev IP. Giperchustvitel'nost' k lekarstvennym preparatam : rukovodstvo dlya vrachej (Hypersensitivity to Drugs: A Guide for Physicians). Kiev: Medkniga. 2016. 288 s.
5. Kyrdei EH, Dmytryeva LL. Rol erytrotsytov v rehulyatsyy y realizatsyy ymmunnoho otveta (The role of erythrocytes in the regulation and implementation of the immune response). Sybyrskiy medytynskiy zhurnal. 1995;3(4):5–8.
6. Matviienko YuO, Rekalova OM, Tlustova TV, Zinchenko AO. The use of erythrocyte sedimentation method for the diagnosis of intolerance to antituberculosis drugs in patients with pulmonary tuberculosis. Asthma and allergy. 2020;2:57–66. DOI: 10.31655/2307-3373-2020-2-57-66.
7. Rekalova OM, Matviienko YuO, Panasiukova OR, ta in. Sposib diahnostryky hiperchutlyvosti do protytuberkuloznykh preparativ u khvorykh na tuberkuloz lehen in vitro (Method for diagnosing hypersensitivity to antituberculosis drugs in patients with tuberculosis in vitro): Pat. 142927 Ukraina. № u 2019 10333; zaivl. 15.10.2019; opubl. 10.07.2020, Biul. № 13 (kn. 1). 9 s.
8. Soloshenko EM, Uzlenkova NIe, Kondakova HK, ta in. Stan membran erytrotsytiv u khvorykh na likarsku khvorobu (The state of erythrocyte membranes in patients with medicinal illness). Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni H. S. Skovorody. Biolohiia ta valeolohiia. 2017;19:49–15.
9. Soloshenko EM. Ekspres-dyahnostryka lekarstvennykh dermatozov (Express diagnostics of drug-induced dermatoses). Inf lyst. Kyiv; 1983. 2 s.

13. Flores-Lovon K, Ortiz-Saavedra B, Cueva-Chicaña LA, Aperrigue-Lira S, Montes-Madariaga ES, Soriano-Moreno DR, et al. Immune responses in COVID-19 and tuberculosis coinfection: A scoping review. *Front Immunol.* 2022;13:992743. doi: 10.3389/fimmu.2022.992743.
14. Pathak L, Gayan S, Pal B, Talukdar J, Bhuyan S, Sandhya S, et al. Coronavirus Activates an Altruistic Stem Cell-Mediated Defense Mechanism that Reactivates Dormant Tuberculosis: Implications in Coronavirus Disease 2019 Pandemic. *Am J Pathol.* 2021;191(7):1255-1268. doi: 10.1016/j.ajpath.2021.03.011.
15. Petrone L, Petruccioli E, Vanini V, Cuzzi G, Gualano G, Vittozzi P, et al. Coinfection of tuberculosis and COVID-19 limits the ability to in vitro respond to SARS-CoV-2. *Int J Infect Dis.* 2021;113(1):82-87. doi: 10.1016/j.ijid.2021.02.090.
16. Riou C, du Bruyn E, Stek C, Daroowala R, Goliath RT, Abrahams F, et al. Relationship of SARS-CoV-2-specific CD4 response to COVID-19 severity and impact of HIV-1 and tuberculosis coinfection. *J of Clin Invest.* 2021;131(12):e149125. doi: 10.1172/JCI149125.
17. Shahbaz S, Xu L, Osman M, Sligl W, Shields J, Joyce M, et al. Erythroid precursors and progenitors suppress adaptive immunity and get invaded by SARS-CoV-2. *Stem Cell Reports.* 2021;16(5):1165-1181. doi: 10.1016/j.stemcr.2021.04.001.
18. Shukla Sch. ACE2 expression in allergic airway disease may decrease the risk and severity of COVID-19. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2020;278(7):2637-2640. doi: 10.1007/s00405-020-06408-7.
19. Starshinova A, Kudryavtsev I, Rubinstein A, et al. Tuberculosis and COVID-19 Dually Affect Human Th17 Cell Immune Response. *Biomedicines.* 2023;11(8):21-23. doi: <https://doi.org/10.3390/biomedicines11082123>.
20. Zaikov S, Bogomolov A, Grishilo A. Hypersensitivity to antituberculosis drugs in patients with pulmonary tuberculosis. *Allergy.* 2019;74:749-749.
10. Feshchenko Yul, Holubovska OA, Dziublyk OIa, ta in. Pulmonary disease in COVID-19. *Ukr Pulmonol J.* 2021;1:5-14. doi: 10.31215/2306-4927-2021-29-1-5-14.
11. Elahi S, Mashhour S. Immunological consequences of extramedullary erythropoiesis: immunoregulatory functions of CD71+ erythroid cells. *Haematologica.* 2020;105(6):1478-1483. doi: 10.3324/haematol.2019.243063.
12. Elahi S. Neglected cells: immunomodulatory roles of CD71(+) erythroid cells. *Trends Immunol.* 2019;40(3):181-185. doi:<https://doi.org/10.1016/j.it.2019.01.003>.
13. Flores-Lovon K, Ortiz-Saavedra B, Cueva-Chicaña LA, Aperrigue-Lira S, Montes-Madariaga ES, Soriano-Moreno DR, et al. Immune responses in COVID-19 and tuberculosis coinfection: A scoping review. *Front Immunol.* 2022;13:992743. doi: 10.3389/fimmu.2022.992743.
14. Pathak L, Gayan S, Pal B, Talukdar J, Bhuyan S, Sandhya S, et al. Coronavirus Activates an Altruistic Stem Cell-Mediated Defense Mechanism that Reactivates Dormant Tuberculosis: Implications in Coronavirus Disease 2019 Pandemic. *Am J Pathol.* 2021;191(7):1255-1268. doi: 10.1016/j.ajpath.2021.03.011.
15. Petrone L, Petruccioli E, Vanini V, Cuzzi G, Gualano G, Vittozzi P, et al. Coinfection of tuberculosis and COVID-19 limits the ability to in vitro respond to SARS-CoV-2. *Int J Infect Dis.* 2021;113(1):82-87. doi: 10.1016/j.ijid.2021.02.090.
16. Riou C, du Bruyn E, Stek C, Daroowala R, Goliath RT, Abrahams F, et al. Relationship of SARS-CoV-2-specific CD4 response to COVID-19 severity and impact of HIV-1 and tuberculosis coinfection. *J of Clin Invest.* 2021;131(12):e149125. doi: 10.1172/JCI149125.
17. Shahbaz S, Xu L, Osman M, Sligl W, Shields J, Joyce M, et al. Erythroid precursors and progenitors suppress adaptive immunity and get invaded by SARS-CoV-2. *Stem Cell Reports.* 2021;16(5):1165-1181. doi: 10.1016/j.stemcr.2021.04.001.
18. Shukla Sch. ACE2 expression in allergic airway disease may decrease the risk and severity of COVID-19. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2020;278(7):2637-2640. doi: 10.1007/s00405-020-06408-7.
19. Starshinova A, Kudryavtsev I, Rubinstein A, et al. Tuberculosis and COVID-19 Dually Affect Human Th17 Cell Immune Response. *Biomedicines.* 2023;11(8):21-23. doi: <https://doi.org/10.3390/biomedicines11082123>.
20. Zaikov S, Bogomolov A, Grishilo A. Hypersensitivity to antituberculosis drugs in patients with pulmonary tuberculosis. *Allergy.* 2019;74:749-749.

Цитування: Матвієнко ЮО, Жадан ВМ, Панасюкова ОР, Ясирь СГ. Реакція седиментації еритроцитів як маркер імуніоопередкованих порушень після коронавірусної інфекції у хворих на туберкульоз легень. Астма та алергія. 2024;3:34-39. DOI: 10.31655/2307-3373-2024-3-34-39.

Cited: Matviienko YuO, Zhadan VM, Panasiukova OR, Yasir SG. Erythrocyte sedimentation reaction as a marker of immune-mediated disorders after coronavirus infection in patients with pulmonary tuberculosis. *Asthma and allergy (Ukraine).* 2024;3:34-39. DOI: 10.31655/2307-3373-2024-3-34-39. Ukrainian.

Відомості про авторів

Ю. О. Матвієнко*

Імунолог лабораторії клінічної імунології ДУ «Національний науковий центр фізичної медицини та алергології імені Ф.Г. Яновського НАМН України»,
канд. біол. наук, старш. наук. співроб.
10, вул. М. Амосова, м. Київ, 03038, Україна
E-mail: matvienko@ifp.kiev.ua
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-8539-8999>

В. М. Жадан

Імунолог лабораторії клінічної імунології ДУ «Національний науковий центр фізичної медицини та алергології імені Ф.Г. Яновського НАМН України»,
канд. біол. наук, старш. наук. співроб.
10, вул. М. Амосова, м. Київ, 03038, Україна
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-9790-9103>

Information about authors

Yu. O. Matviienko

Immunologist laboratory of clinical immunology SO « Yanovski National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology NAMS of Ukraine»,
PhD, SSW.
10, M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine

V. M. Zhadan

Immunologist laboratory of clinical immunology SO « Yanovski National scientific center of phthisiatry, pulmonology and allergology NAMS of Ukraine»,
PhD, SSW.
10, M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine

О. Р. Панасюкова

Лікар-лаборант лабораторії клінічної імунології ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф.Г. Яновського НАМН України»,
канд. мед. наук.
10, вул. М. Амосова, м. Київ, 03038, Україна
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-2947-9871>

С. Г. Ясирь

Імунолог лабораторії клінічної імунології ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф.Г. Яновського НАМН України»
10, вул. М. Амосова, м. Київ, 03038, Україна
ORCID ID <https://orcid.org/0000-00Q2-9758-174X>

О. R. Panasiukova

Laboratory assistant doctor laboratoriy of clinical immunology SO « Yanovski National scientific center of phthiisiatry, pulmonology and allergology NAMS of Ukraine»,
PhD.
10, M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine

S. G. Yasir

Immunologist laboratoriy of clinical immunology SO « Yanovski National scientific center of phthiisiatry, pulmonology and allergology NAMS of Ukraine»
10, M. Amosova str., Kyiv, 03038, Ukraine

Надійшла до редакції / Received: 01.07.2024 р.

Прийнято до друку / Accepted: 22.07.2024 р