

Астма і COVID-19 у дітей

О. О. Речкіна, В. О. Стриж, С. М. Руденко

ДУ «Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України», м. Київ

Стаття присвячена огляду наукових публікацій, які описують вплив та віддалені наслідки COVID-19 на бронхіальну астму (БА) у дітей. Пандемія COVID-19 викликала дискусії у науковому співтоваристві. Після оголошення пандемії COVID-19 багато країн запровадили заходи громадського здоров'я, спрямовані на обмеження поширення SARS-CoV-2, що вплинуло також на розповсюдження інших респіраторних вірусів, які мають подібні шляхи передачі. Відомо, що протягом періоду COVID-19 частота звернень до лікаря з приводу БА у дітей значно знизилася. Також зафіксовано зниження рівня госпіталізацій через загострення БА у 2020–2022 рр. Проте результати досліджень різних авторів щодо зв'язку між БА та госпіталізацією серед дітей із COVID-19 дали неоднозначні результати. Основні причини зниження частоти загострень БА та покращення контролю за перебігом хвороби в період COVID-19 пов'язують із зменшенням впливу алергенів навколишнього середовища, підвищення прихильності до лікування та зниження ризику інших респіраторних вірусних інфекцій. Проте після зняття карантинних обмежень зафіксовано зростання частоти госпіталізацій та погіршення контролю за захворюванням у зв'язку із збільшенням кількості випадків загострень БА. Епідемія COVID-19 була значним стимулом розвитку телемедицини, однак неможливо замінити особисті візити для фізичних оглядів і певних тестів, які є критичними при БА. Обстеження дітей після COVID-19 у низці досліджень не продемонструвало змін за даними функції зовнішнього дихання. Однак у частини пацієнтів з БА відзначали зміни за даними спірометрії та необхідність зміни лікування, що вказує на те, що SARS-CoV-2, як і інші респіраторні віруси, може погіршити контроль БА. На сьогодні віддалені наслідки COVID-19 у дітей і підлітків залишаються недостатньо вивченими та охарактеризованими. Сучасна література представляє кілька переконливих факторів ризику розвитку тривалого COVID-19 у педіатричній популяції. На жаль, до сьогодні немає однозначних даних щодо впливу SARS-CoV-2 на перебіг БА у дітей. Тому подальше дослідження віддалених наслідків перенесеної коронавірусної інфекції у дітей з БА є критично важливим.

Ключові слова: бронхіальна астма, діти, COVID-19, постковідний синдром.

Asthma and COVID-19 in children

О. О. Rechkina, V. O. Stryzh, S. M. Rudenko

The article is devoted to a review of scientific publications that describe the impact and long-term outcomes of COVID-19 on bronchial asthma (BA) in children. The COVID-19 pandemic has sparked debate in the scientific community. After the declaration of the COVID-19 pandemic many countries implemented public health measures aimed at limiting the spread of SARS-CoV-2, which also affected the prevalence of other respiratory viruses with similar transmission ways. It is known that during the period of COVID-19 the frequency of visits to the doctor of the children with BA has decreased significantly. A decrease in the level of hospitalizations due to exacerbation of BA in 2020–2022 was also determined. However, the results of studies by different authors regarding the relationship between BA and hospitalization among children with COVID-19 are controversial. The main reasons for reducing the frequency of asthma exacerbations and improving the control of the course of the disease during the period of COVID-19 are associated with a decrease allergens' influence, an increase in adherence to treatment, and a decrease in the risk of other respiratory viral infections. However, after the quarantine restrictions were lifted, an increased frequency of hospitalizations and deterioration of disease control due to an increased number of exacerbations of asthma was determined. The COVID-19 epidemic has been a significant stimulus for the development of telemedicine, but there is no substitute for person visits for physical examinations and certain tests that are critical in BA. The results of some studies did not show changes in external respiratory function data during the examination of children after COVID-19. However, changes in spirometry data and the need to change treatment were observed in some patients with asthma, indicating that SARS-CoV-2, like other respiratory viruses, may impair asthma control. To date, the long-term outcomes of COVID-19 in children and adolescents remain insufficiently studied and characterized. The current literature presents several compelling risk factors for the development of persistent COVID-19 in the pediatric population. Unfortunately, to date there is no clear data on the impact of SARS-CoV-2 on the course of BA in children. Therefore, further research into the long-term outcomes of the coronavirus infection in children with BA is critically important.

Keywords: bronchial asthma, children, COVID-19, post-covid syndrome.

У березні 2020 р. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) оголосила COVID-19 пандемією [6]. Для запобігання подальшому поширенню вірусу багато країн запровадили заходи громадсько-

го здоров'я, такі як закриття навчальних закладів, обов'язковий карантин, обмеження на перебування в громадських місцях та засоби індивідуального захисту. Зазначені заходи вплинули також на поширеність

інших респіраторних вірусів, що мають подібні шляхи передачі.

Проведений мета-аналіз продемонстрував високу поширеність риновірусу (RV) та респіраторно-синцитіального вірусу (RSV) у дітей віком до 12 років під час пандемії COVID-19, тоді як метапневмовірус мав найнижчу поширеність. Найбільша поширеність RV пояснюється недостатнім ефектом соціального дистанціювання на передачу риновірусу людині [2]. На початку пандемії та із запровадженням заходів з інфекційного контролю спостерігалось зниження активності RSV, але послаблення заходів у 2021 р. супроводжувалося значним зростанням частоти виникнення респіраторно-синцитіальної інфекції.

Численні тривалі дослідження продемонстрували зв'язок між гострими захворюваннями, пов'язаними зі свистячим диханням у дитинстві в результаті інфікування риновірусом або респіраторно-синцитіальним вірусом і подальшим прогресуванням до бронхіальної астми (БА) в дитинстві та підлітковому віці [39, 40].

Зміни поширеності RSV на фоні пандемії дають рідкісну можливість краще зрозуміти вплив на дихальну систему та імунологічну відповідь на RSV і дослідити пов'язані механізми виникнення та прогресування БА у дітей [4]. Так, у дослідженні D. Gashgarey та співавт. [5] виявлено значні зміни в результатах, пов'язаних із RSV після COVID-19, включаючи зниження рівня госпіталізації і меншу потребу у вентиляції легень.

Зараження SARS-CoV-2 може спричинити важке запалення легень і тривалі респіраторні симптоми. Тому дослідники вирішили визначити роль інфекції SARS-CoV-2 як фактора ризику розвитку БА у дітей.

Для оцінювання впливу інфекції SARS-CoV-2 на ризик розвитку БА було проведено дослідження за участі 27 423 дітей віком від 1 до 16 років [4]. Згідно з отриманими даними, позитивний результат полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) SARS-CoV-2 не асоціювався з новим діагнозом БА у дітей протягом 18-місячного періоду спостереження. Водночас такі фактори ризику БА у дітей, як харчова алергія, алергічний риніт, передчасні пологи, були підтверджені.

Щодо впливу SARS-CoV-2 на перебіг та прояви БА у дітей на сьогодні існують протилежні дані. SARS-CoV-2 майже не виявляли у дітей із загостренням БА, госпіталізованих під час пандемії COVID-19, а перший позитивний випадок було виявлено лише в лютому 2022 року. Цей результат продемонстрував, що SARS-CoV-2 майже не викликає загострення БА у дітей. Так, аналіз випадків госпіталізації дітей із загостренням БА до та після початку пандемії COVID-19 довів значне зниження кількості госпіталізацій у 2020–2022 рр., що пов'язували із вжитими протиепідемічними заходами [11, 37].

Результати дослідження Y. Won та співавт. продемонстрували, що протягом періоду до COVID-19 частота звернень по невідкладну медичну допомогу з приводу БА у дітей знизилася на 73,8% в період лютого-грудня 2018, 2019 та 2020 р. [38].

Такі результати пояснюють карантинними заходами, що обмежують передачу вірусних інфекцій та зменшують можливий вплив зовнішніх алергенів. Також батьки мінімізували відвідування медичних закладів через

страх зараження SARS-CoV-2, що сприяло зменшенню передачі респіраторних вірусів. З іншого боку, страх погіршення контролю БА та подальша необхідність звернення по невідкладну допомогу сприяли підвищенню прихильності до лікування [32]. Тому основні причини зниження частоти загострень БА та покращення контролю за перебігом хвороби в епоху COVID-19 включали зменшення впливу алергенів навколишнього середовища, підвищення прихильності до лікування і зниження ризику інших респіраторних вірусних інфекцій [12].

Після карантину та обмежень у сфері охорони здоров'я, що були пов'язані з пандемією COVID-19, кількість інфекцій дихальних шляхів значно зросла в усьому світі. Так, за даними дослідження N. Maison та співавт., у 2022 р. спостерігалось подвоєння кількості виявлених респіраторних вірусів порівняно з 2021 р. та чотириразове збільшення кількості виявлених епізодів респіраторних вірусних інфекцій порівняно з 2019 р. [3]. Водночас зафіксовано розширення спектра вірусів, що було ідентифіковано. Починаючи з 2021 р., випадки зараження декількома вірусами траплялися частіше, ніж у допандемічні роки, особливо у дітей молодшого віку (2019 р. проти 2022 р.; $p < 0,01$). Це спричинило значний тиск на заклади охорони здоров'я, що супроводжувалось збільшенням вторинних хронічних респіраторних захворювань, спричинених вірусами, таких як БА [3].

Результати досліджень щодо зв'язку між БА та госпіталізацією серед дітей із COVID-19 продемонстрували неоднозначні результати. Так, було зафіксовано збільшення випадків важких загострень БА, які вимагають госпіталізації у відділення інтенсивної терапії у 2021 р., що було пов'язано із зростанням частоти вірусних інфекцій після карантину та не мало зв'язку із забрудненням повітря та концентрацією пилку [13, 19].

Ретельний багатофакторний аналіз ризику виникнення COVID-19 у дітей підтвердив сукупний вплив таких факторів, як житлове середовище, наявність цвілі та вологи, а також бронхіт в анамнезі [22]. Поширеність COVID-19 у досліджуваній групі дітей не залежала від наявності БА, тоді як вірус SARS-CoV-2 був більш поширеним при будь-якому діагнозі бронхіту коли-небудь і наявності хронічного кашлю.

Застосування інгаляційних кортикостероїдів (ІКС) асоціювалося зі зниженим ризиком захворювання на COVID-19 [31]. БА середнього та важкого ступеня, відсутність контролю над БА і молодший вік не були значущими факторами ризику зараження COVID-19.

У дослідженні N. Rudsenske та співавт., що мало на меті з'ясувати, чи пов'язані у дітей з тяжким перебігом COVID-19 atopічний дерматит, БА і алергічний риніт, виявлено збільшення кількості госпіталізацій, тривалості перебування та необхідність проведення інтенсивної терапії в популяції з atopією, але результати щодо смертності та розвитку мультисистемного запального синдрому у дітей (MIS-C) були однакові [14]. Хоча абсолютний ризик критичного захворювання на COVID-19 у дітей і підлітків без супутніх захворювань є відносно низьким, наявність одного або кількох супутніх захворювань була пов'язана з помітно підвищеним ризиком [21].

Також виявлено кореляцію між тяжкістю симптомів COVID-19 і БА та перебігом захворювання [10].

Було припущено, що COVID-19 може спричиняти напади БА, яка може впливати на перебіг COVID-19.

У дослідженні S. Tong та співавт. проаналізовано імунітет до SARS-CoV-2 у дітей з БА та виявлено знижену сероконверсію, кількість антитіл і нейтралізацію вірусу SARS-CoV-2 після інфікування або вакцинації у дітей з atopічною астмою або високим рівнем специфічних IgE, особливо до пилових кліщів [23]. Це дозволило авторам зробити висновок, що механізми, які лежать в основі atopічної та неatopічної астми, можуть ускладнювати розвиток пам'яті про інфекцію SARS-CoV-2 або вакцинації та призводити до більш високого ризику повторної інфекції у цих дітей.

Під час аналізу важких або критичних випадків залежно від мутації COVID-19 виявлено більш високий рівень госпіталізації під час періоду Дельта, ніж під час періоду Омикрон. У період Омикрон збільшилася кількість госпіталізацій внаслідок пневмонії та крупу, а також зросла ймовірність госпіталізації через неврологічні прояви. Ризик тяжкого перебігу COVID-19 був високим у дітей із кількома складними хронічними захворюваннями в обидва періоди та з ожирінням чи БА під час Дельта [20].

Під час пандемії пацієнтам з БА довелося орієнтуватися на потенційний ризик зараження SARS-CoV-2 та зважувати користь відвідувань медичних закладів. Це сприяло швидкому поширенню телемедицини та віртуального охоплення, а також модифікації невідкладної та контролюючої терапії. Згідно з дослідженням J. R. McConneгу та співавт., під час пандемії кількість звернень з приводу загострень БА зменшилася на 63–89% порівняно з контрольними групами до карантину, що є непропорційним для частки відвідувань невідкладної допомоги з усіх причин [15]. Телемедицина дозволила здійснювати дистанційний моніторинг цих груп пацієнтів, збільшити дотримання вимог самоконтролю вдома та зробити акцент на освіті пацієнтів. Крім того, пандемія підкреслила важливість проактивного лікування БА. Очевидно, що пандемія SARS-CoV-2 змінила значення різних компонентів системи охорони здоров'я, що зумовило необхідність інноваційних підходів до моніторингу та навчання пацієнтів [16].

Відсоток пов'язаних із БА телемедицини візитів досяг піку на початку пандемії, склавши 74,3% відвідувань, а потім знизився до 13,6% у 2022 р. При цьому відносний час до першого відвідування відділення невідкладної допомоги чи госпіталізації не відрізнявся між пацієнтами, що мали телемедицину допомогу та тими пацієнтами, що не мали жодної телемедициної консультації [17]. Також телемедицина була ефективною для спостереження за пацієнтами з важкою БА [24].

Європейською академією алергології та клінічної імунології (EAACI) опубліковано документ щодо телемедицини з особливим акцентом на алергічні захворювання та БА. В документі обговорюються переваги та ризики телемедицини, однак зазначається неможливість повної заміни особистих візитів для фізичних оглядів і певних тестів, які є критичними при БА та алергії [18].

Поточні рекомендації Глобальної ініціативи з астми (GINA) насамперед полягають у продовженні прийманні ліків у попередньому об'ємі для контролю БА [36]. У випадку погіршення контролю чи появи

симптомів БА на фоні COVID-19 рекомендовано застосування індивідуального плану дій щодо БА та використання стандартних ліків для полегшення симптомів. Інші запобіжні заходи включають перегляд правильної техніки інгаляції, уникнення відомих тригерів БА, фізичне дистанціювання та регулярну гігієну рук.

Незважаючи на зниження частоти візитів та дані щодо покращення контролю за перебігом БА в цілому, якість життя дітей із цим захворюванням під час епідемії погіршилася. Виявлено зниження загального бала за опитувальником якості життя при астмі у дітей (PAQLQ) порівняно з рівнем до епідемії. Фактори впливу змінилися під час епідемії, з більшим акцентом на сімейне оточення. Майбутні стратегії втручання повинні брати до уваги розвиток взаємодії між дітьми та факторами навколишнього середовища [25].

Значна кількість пацієнтів, що перенесли інфекцію COVID-19, можуть скаржитися на симптоми, пов'язані з хворобою, протягом тижнів або місяців після зараження SARS-CoV-2. Постковідний синдром включає стійкі симптоми, що можуть бути наслідком залишкового запалення, пошкодження органів, неспецифічних наслідків госпіталізації або впливу на вже існуючий стан здоров'я, проте на сьогодні механізми виникнення недостатньо вивчені [41].

За результатами систематичного огляду і мета-аналізу D. Каупера та співавт., що мали на меті узагальнити фактори ризику тривалого перебігу COVID-19 у педіатричній популяції, було проаналізовано 16 обсерваційних досліджень (n = 46 262) і 19 факторів ризику [28]. З помірною достовірністю доказів вік, алергічний риніт, ожиріння, попередні респіраторні захворювання, госпіталізація, важкий COVID-19, ймовірно, пов'язані з підвищеним ризиком тривалого COVID-19. Жіноча стать, БА, супутні захворювання та хвороби серця можуть бути пов'язані з підвищеним ризиком тривалого COVID-19, а представники азіатської та чорної раси – зі зниженим ризиком тривалого COVID-19.

Результати інших досліджень продемонстрували, що алергічні захворювання впливають на тривалість і силу кашлю у дітей із COVID-19 [29], а у пацієнтів з БА частіше розвиваються стійкі симптоми у вигляді кашлю після COVID-19 [30].

За результатами дослідження F. Liew та співавт., у 657 учасників через ≥ 3 міс після госпіталізації, які мали принаймні один тривалий симптом COVID-19, виявлено підвищення маркерів мієлоїдного запалення та активацію комплементу, що пов'язано з тривалим COVID-19 [27].

Також було визначено три чіткі кластери пацієнтів із постковідним синдромом, що характеризувалися різною кількістю симптомів, важкістю перебігу SARS-CoV-2 та супутньою патологією [26]. Ця кластеризація може допомогти у виборі найбільш ефективних стратегій моніторингу та/або лікування пацієнтів, які страждають від тривалої COVID-19.

На сьогодні немає однозначного консенсусу щодо необхідності або відповідної тривалості спостереження за дітьми після перенесеної інфекції SARS-CoV-2. Так, за даними проспективного дослідження зміни за результатами спірометрії зафіксовано у 2,6% раніше здорових дітей, що зберігалися через 6 міс після COVID-19 [33].

Під час аналізу результатів у пацієнтів з БА, що перенесли COVID-19, та дітей з БА, що не хворіли на COVID-19, виявлено збільшення потреби в інгаляційних β_2 -агоністах короткої дії та необхідності посилення базисної терапії у дітей з БА після COVID-19, що свідчить про можливість SARS-CoV-2 призводити до загострення БА [34].

Згідно з даними дослідження А. Е. Soyak, при функціональному обстеженні легень у дітей з БА до та після перенесеного COVID-19 було виявлено зниження значення $FEF_{25-75}\%$ після інфікування COVID-19, що може свідчити про розвиток обструкції [35]. Наявність atopічного сімейного анамнезу було визнано незалежним фактором ризику для зниження FEF_{25-75} на $\geq 25\%$ після перенесеного COVID-19.

Через побоювання щодо віддалених ускладнень COVID-19 з ураженням легень у дітей було проведено систематичний огляд і мета-аналіз для оцінювання респіраторних симптомів і легеневої функції після інфікування SARS-CoV-2 [9]. Незважаючи на деякі клінічні респіраторні симптоми, результати мета-аналізу не продемонстрували відхилень у функції легень під час спостереження за дітьми з інфекцією SARS-CoV-2 незалежно від тяжкості COVID-19 та наявності БА.

В іншому дослідженні діти з постковідним синдромом також не мали відхилень функції легень, частота відхилень за даними ультразвукового дослідження легень була подібною між дітьми з та без постковідного синдрому, проте у дітей з постковідним синдромом виявлено більш низькі значення FeNO [8].

Отже, епідемія COVID-19 мала значний вплив на перебіг БА у дітей у всьому світі. Зміни поширеності вірусів та значне зменшення відвідувань медичних закладів супроводжувалося підвищенням частоти госпіталізацій та погіршенням контролю за захворюванням у зв'язку зі збільшенням випадків загострень БА. Продовжуються дослідження щодо ролі алергії, та БА зокрема, як фактора, що впливає на COVID-19 і його віддалені наслідки.

Епідемія COVID-19 була значним стимулом розвитку телемедицини, однак неможливо замінити особисті візити для фізичних оглядів і певних тестів, які є критичними при БА. Віддалені наслідки COVID-19 у дітей і підлітків залишаються недостатньо вивченими та охарактеризованими. Сучасна література представляє кілька переконливих факторів ризику розвитку тривалого COVID-19 у педіатричній популяції. Для з'ясування патофізіології тривалого COVID-19 необхідні подальші дослідження, а також вивчення основних молекулярних механізмів, пов'язаних з різними фенотипами постковідного синдрому, для ефективності лікування.

ВИСНОВКИ

Протягом періоду COVID-19 частота звернень по невідкладну медичну допомогу з приводу бронхіальної астми (БА) у дітей значно знизилась. Основні причини зниження частоти загострень та покращення контролю БА пов'язано із вжитими протиепідемічними заходами та підвищенням прихильності до лікування, а не з безпосереднім впливом SARS-CoV-2. Це підтверджується зростанням частоти госпіталізацій та погіршенням контролю за захворюванням у зв'язку зі збільшенням випадків загострень БА після відміни карантинних обмежень.

За результатами досліджень, БА не була значущим фактором ризику розвитку та важкого перебігу COVID-19, а зараження SARS-CoV-2 не асоціювалося з підвищеним ризиком розвитку БА у дітей. Згідно з даними функціонального обстеження легень у дітей з БА до та після перенесеного COVID-19 було виявлено зниження $FEF_{25-75}\%$ після інфікування COVID-19, що свідчить про можливість SARS-CoV-2 призводити до загострення БА.

Поточні рекомендації Глобальної ініціативи з астми (GINA) полягають у продовженні приймання ліків у попередньому об'ємі для контролю БА на фоні COVID-19. Алергічні захворювання, та астма зокрема, можуть бути пов'язані з підвищеним ризиком тривалого COVID-19, що потребує подальшого вивчення.

Відомості про авторів

Речкіна Олена Олександрівна – д-р мед. наук, Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України, м. Київ; тел.: (050) 443-10-17. *E-mail: rechkina@ifp.kiev.ua*
ORCID: 0000-0002-7545-8572

Стриж Віра Олександрівна – канд. мед. наук, Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України, м. Київ; тел.: (067) 455-88-50. *E-mail: strizh@ifp.kiev.ua*
ORCID: 0000-0002-8807-1406

Руденко Сергій Миколайович – канд. мед. наук, Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України, м. Київ; тел.: (093) 600-13-70. *E-mail: drrudenko@ukr.net*
ORCID: 0000-0001-5935-3335

Information about the authors

Rechkina Olena O. – MD, PhD, DSc, National Scientific Center of Phthiology, Pulmonology and Allergology named after F.G. Yanovsky, Kyiv; tel.: (050) 443-10-17. *E-mail: rechkina@ifp.kiev.ua*
ORCID: 0000-0002-7545-8572

Stryzh Vira O. – MD, PhD, National Scientific Center of Phthiology, Pulmonology and Allergology named after F.G. Yanovsky, Kyiv; tel.: (067) 455-88-50. *E-mail: strizh@ifp.kiev.ua*
ORCID: 0000-0002-8807-1406

Rudenko Sergii M. – MD, PhD, National Scientific Center of Phthiology, Pulmonology and Allergology named after F.G. Yanovsky, Kyiv; tel.: (093) 600-13-70. *E-mail: drrudenko@ukr.net*
ORCID: 0000-0001-5935-3335

ПОСИЛАННЯ

- Senter JP, Aisenberg LK, Dudley JW, Luan X, Huang J, Kenyon CC, et al. COVID-19 and Asthma Onset in Children. *Pediatrics*. 2024;153(5):e2023064615. doi: 10.1542/peds.2023-064615.
- Dallmeyer LK, Schüz ML, Fragkou PC, Omony J, Krumbain H, Dimopoulou D, et al. Epidemiology of respiratory viruses among children during the SARS-CoV-2 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Int J Infect Dis*. 2024;138:10-8. doi: 10.1016/j.ijid.2023.10.023.
- Maison N, Omony J, Rinderknecht S, Kolberg L, Meyer-Bühn M. Old foes following news ways? Pandemic-related changes in the epidemiology of viral respiratory tract infections. *Infection*. 2024;52(1):209-18. doi: 10.1007/s15010-023-02085-w.
- Peipei S, Gongshan J, Yanmin Z. The implication of infection with respiratory syncytial virus in pediatric recurrent wheezing and asthma: knowledge expanded post-COVID-19 era. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2024;43(3):403-16. doi: 10.1007/s10096-023-04744-0.
- Gashgarey D, Alshuibani M, Alhuthil R, Alhabshan H, Alabdulqader A, Badran R, et al. Evolving Epidemiology of Pediatric Respiratory Syncytial Virus (RSV) Cases Around COVID-19 Pandemic: Impact and Clinical Insights, Retrospective Cohort Study. *J Epidemiol Glob Health*. 2024;14(2):319-26. doi: 10.1007/s44197-024-00218-4.
- World Health Organization. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 [Internet]. Geneva: WHO; 2020. Available from: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020>.
- Poole S, Brendish NJ, Tanner AR, Clark TW. Physical distancing in schools for SARS-CoV-2 and the resurgence of rhinovirus. *Lancet Respir Med*. 2020;(8):92-3. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30502-6.
- Sansone F, Filippo P, Russo D, Sgrazutti L, Pillo S et al. Lung function assessment in children with Long-Covid syndrome. *Pediatr Pulmonol*. 2024;59(2):472-81. doi: 10.1002/ppul.26779.
- Bakhtiari E, Moazzen N. Pulmonary function in children post-SARS-CoV-2 infection: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatr*. 2024;24(1):87. doi: 10.1186/s12887-024-04560-1.
- Özata M, Dikici U, Özdemir Ö. COVID-19 frequency and clinical course in children with asthma. *World J Virol*. 2023;12(5):272-85. doi: 10.5501/wjv.v12.i5.272.
- Korematsu S, Fujisawa T, Saito N, Tezuka J, Miura K, Kobayashi I, et al. Suppressed pediatric asthma hospitalizations during the COVID-19 pandemic in Japan, from a national survey. *Clin Transl Allergy*. 2024;14(1):e12330. doi: 10.1002/ct2.12330.
- Khojasteh-Kaffash S, Roudsari P, Jolfayi A, Samieefar N, Rezaei N. Pediatric asthma exacerbation and COVID-19 pandemic: Impacts, challenges, and future considerations. *J Asthma*. 2024;61(2):81-91. doi: 10.1080/02770903.2023.2251062.
- Bazdar S, Berg S, Rutjes N, Bloemsmal L, Downward G, et al. The effects of the COVID-19 pandemic on PICU admissions for severe asthma exacerbations: A single-center experience. *Pediatr Pulmonol*. 2024;59(2):263-73. doi: 10.1002/ppul.26741.
- Rudsenske N, Perkins J. Assessing severity of COVID-19 and the development of multi system inflammatory syndrome in children (MIS-C) in pediatric patients with atopic disease. *Allergy Asthma Proc*. 2024;45(2):92-6. doi: 10.2500/aap.2024.45.230087.
- McConnery JR, Bone JN, Goldman RD, Hicks A, Seaton C, Subbarao P, et al. The acute care burden of asthma in children was profoundly reduced during the COVID-19 pandemic: A multi-centre Canadian retrospective study. *Paediatr Child Health*. 2023;29(2):98-103. doi: 10.1093/pch/pxad037.
- Kaplan C, Christophides A, Kranidis A, Saint-Fleur A, Kier C. All shook up: how the COVID-19 pandemic rocked pediatric asthma care. *Curr Opin Pediatr*. 2024;36(2):237-43. doi: 10.1097/MOP.0000000000001330.
- Hall K, Kafashzadeh D, Chen L, Dudovitz R, Ross M. Trends in telemedicine visits among pediatric asthma patients during COVID-19. *J Allergy Clin Immunol Glob*. 2024;3(2):100239. doi: 10.1016/j.jacig.2024.100239.
- Smolinska S, Popescu FD, Izquierdo E, Antolin-Amérigo D, Price OJ, Alvarez-Perea A, et al. Telemedicine with special focus on allergic diseases and asthma-Status 2022: An EAACI position paper. *Allergy*. 2024;79(4):777-92. doi: 10.1111/all.15964.
- Lara ST, Rein LE, Simanek AM, Toraitis MF, Rausch DJ, Weston BW, et al. Asthma as a Risk Factor for Hospitalization in Children and Youth With COVID-19: A Retrospective Cohort Study. *Pediatr Infect Dis J*. 2024;43(5):437-43. doi: 10.1097/INF.0000000000004248.
- Lee KS, Kim YK, Choi YY, Choe YJ, Kim MH, Lee H. Risk Factors for Severe and Critical Coronavirus Disease 2019 in Children. *Pediatr Infect Dis J*. 2024;43(3):234-41. doi: 10.1097/INF.0000000000004193.
- Aparicio C, Willis ZI, Nakamura MM, Wolf J, Little C, Maron GM, et al. Risk Factors for Pediatric Critical COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pediatric Infect Dis Soc*. 2024;13(7):352-62. doi: 10.1093/pids/piae052.
- Wypych-Slusarska A, Krupa-Kotara K, Oleksiuk K, Głogowska-Ligus J, Słowiński J, Niewiadomska E. Socioeconomic and Health Determinants of the Prevalence of COVID-19 in a Population of Children with Respiratory Diseases and Symptoms. *Children (Basel)*. 2024;11(1):88. doi: 10.3390/children11010088.
- Tong S, Scott JC, Eyoh E, Werthmann DW, Stone AE, Murrell AE, et al. Altered COVID-19 immunity in children with asthma by atopic status. *J Allergy Clin Immunol Glob*. 2024;3(2):100236. doi: 10.1016/j.jacig.2024.100236.
- Peláez G, Castaños C, Figueroa JM, Gubergia V. Follow-up of children diagnosed with severe asthma before and during the COVID-19 pandemic. *Arch Argent Pediatr*. 2025. Chen X, He X, Zhang X, Wei Z, Duan H. Quality of life and its influencing factors on children with asthma in China: a comparative study before and during the COVID-19 pandemic. *J Asthma*. 2024;61(4):338-47. doi: 10.1080/02770903.2023.2272808.
- Blankestijn JM, Abdel-Aziz MI, Baalbaki N, Bazdar S, Beekers I, Beijers R, et al. Long COVID exhibits clinically distinct phenotypes at 3-6 months post-SARS-CoV-2 infection: results from the P402 consortium. *BMJ Open Respir Res*. 2024;11(1):e001907. doi: 10.1136/bmjresp-2023-001907.
- Liew F, Efstathiou C, Fontanella S, Richardson M, Saunders R, Swieboda D, et al. Large-scale phenotyping of patients with long COVID post-hospitalization reveals mechanistic subtypes of disease. *Nat Immunol*. 2024;25(4):607-21. doi: 10.1038/s41590-024-01778-0.
- Rayner D, Wang E, Su C, Patel O, Aleluya S. Risk factors for long COVID in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *World J Pediatr*. 2024;20(2):133-42. doi: 10.1007/s12519-023-00765-z.
- Liu L, Zhang L, Zhou P, Zhou W, Li L, Zeng L, et al. Cough symptoms in children following COVID-19: a single-center retrospective study. *Front Pediatr*. 2024;12:1301571. doi: 10.3389/fped.2024.1301571.
- Esmaelizadeh H, Sanaei DA, Mortazavi N, Fatemian H, Vali M. Persistent cough and asthma-like symptoms post COVID-19 hospitalization in children. *BMC Infect Dis*. 2022;(22):244. doi: 10.1186/s12879-022-07252-2.
- Sallih ASM, Wee MW, Zaki RA, Hng SY, Eg KP, Nathan AM, et al. The outcome of COVID-19 in children with chronic lung disease: Systematic review and meta-analyses. *Pediatr Pulmonol*. 2023;58(6):1784-97. doi: 10.1002/ppul.26403.
- Yang Z, Wang X, Wan XG, Wang ML, Qiu ZH, Chen JL, et al. Pediatric asthma control during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr Pulmonol*. 2022;57(1):20-5. doi: 10.1002/ppul.25736.
- Antoniadi M, Vitoratou DI, Koletsis P, Memiri DZ, Papadopoulou A, Kostariidou S. Spirometry Results after 6-Month Follow-up in a Prospective Pediatric Cohort Diagnosed with SARS-CoV-2 Infection. *Indian J Pediatr*. 2022;89(9):934. doi: 10.1007/s12098-022-04275-0.
- Ruano FJ, Somoza Álvarez ML, Haroun-Díaz E, Vázquez de la Torre M, et al. Impact of the COVID-19 pandemic in children with allergic asthma. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2020;8(9):3172-4. e1. doi: 10.1016/j.jaip.2020.07.019.
- Soyak AE, Sahiner UM, Tuten Dal S, Unsal H, Hakverdi O, Oguz B, et al. Obesity is a risk factor for decrease in lung function after COVID-19 infection in children with asthma. *Pediatr Pulmonol*. 2022;57(7):1668-76. doi: 10.1002/ppul.25949.
- Global Initiative for Asthma. 2024 GINA Main Report Global Strategy for Asthma Management and Prevention [Internet]. 2024. Available from: <https://ginasthma.org/2024-report/>.
- Chavasse R, Almarío A, Christopher A, Kappos A, Shankar A. The Indirect Impact of COVID-19 on Children With Asthma. *Arch Bronconeumol (Engl Ed)*. 2020;56(11):768-9. doi: 10.1016/j.arbres.2020.07.003.
- Won Y, Cho Y, Chung E. Analysis of exacerbating factors of pediatric asthma before and after the COVID-19 pandemic. *World Allergy Organ J*. 2024;17(9):100961. doi: 10.1016/j.waojou.2024.100961.
- Jartti T, Gern JE. Role of viral infections in the development and exacerbation of asthma in children. *J Allergy Clin Immunol*. 2017;140(4):895-906. doi: 10.1016/j.jaci.2017.08.003.
- Liu L, Pan Y, Zhu Y, Song Y, Su X, Yang L, et al. Association between rhinovirus wheezing illness and the development of childhood asthma: a meta-analysis. *BMJ Open*. 2017;7(4):e013034. doi: 10.1136/bmjopen-2016-013034.
- García-Pachón E, Grau-Delgado J, Soler-Sempere MJ, Zamora-Molina L, Baeza-Martínez C, Ruiz-Alcaraz S, et al. Low prevalence of post-COVID-19 syndrome in patients with asthma. *J Infect*. 2021;82(6):276-316. doi: 10.1016/j.jinf.2021.03.023.

Стаття надійшла до редакції 01.10.2024. – Дата першого рішення 08.10.2024. – Стаття подана до друку 05.11.2024