

## О. О. Речкіна, С. М. Руденко, О. М. Кравцова ВПЛИВ COVID-19 НА ПЕРЕБІГ БРОНХІАЛЬНОЇ АСТМИ У ДІТЕЙ

ДУ «Національний інститут фізіатрії і пульмонології ім. Ф. Г. Яновського Національної академії медичних наук України»

### ВПЛИВ COVID-19 НА ПЕРЕБІГ БРОНХІАЛЬНОЇ АСТМИ У ДІТЕЙ

О. О. Речкіна, С. М. Руденко, О. М. Кравцова

Резюме

**Мета дослідження** – визначити вплив COVID-19 на перебіг бронхіальної астми у дітей.

**Матеріали та методи.** У дослідження було включено 45 дітей з бронхіальною астмою, що перенесли COVID-19. Діагноз COVID-19 було підтверджено шляхом ПЛР-тесту чи швидкого тесту на Ag. Середній вік склав  $10,87 \pm 1,34$  роки (від 5 до 17 років)

**Результати.** У 31,1 % обстежених дітей COVID-19 протікав безсимптомно. Після перенесеного COVID-19 частота денних симптомів бронхіальної астми зросла в 3 рази (відмічалися у 13,3 % дітей), необхідність використання  $\beta_2$ -агоністів короткої дії зросла в 2,5 рази та зафіксовано у 11,1 % пацієнтів. Більшість показників спірометрії були вищими у дітей до перенесеного COVID-19, але суттєво не відрізнялися у дітей обох груп ( $p > 0,05$ ). Відмічено значне зниження показника  $МОШ_{25}$  у дітей після перенесеного COVID-19 ( $70,72 \pm 5,12$  проти  $90,82 \pm 9,94$ ,  $p < 0,05$ ). У пацієнтів після перенесеного COVID-19 виявлено зростання частоти позитивної відповіді (приріст  $ОФВ_1 \geq 12,0$  %) на бронхолітик з 6,7 % до 15,5 %; середній приріст  $ОФВ_1$  був вищим в 1,4 рази ( $5,14 \pm 1,24$  проти  $7,32 \pm 1,67$ ,  $p > 0,05$ ).

**Висновок.** COVID-19 у дітей з бронхіальною астмою має легкий чи безсимптомний перебіг. Отримані дані вказують на можливість появи гіперреактивності бронхів після COVID-19 та вплив на контроль бронхіальної астми у дітей.

**Ключові слова:** бронхіальна астма, діти, COVID-19, рівень контролю.

Укр. пульмонолог. журнал. 2023;31(3):5–8.

Речкіна Олена Олександрівна

ДУ «Національний інститут фізіатрії і пульмонології

ім. Ф. Г. Яновського НАМН України»

Зав. відділенням дитячої пульмонології та алергології

Доктор мед. наук

вул. М. Амосова, 10, м. Київ, 03038

Тел. +38 050 4431017, [rechkina@ifp.kiev.ua](mailto:rechkina@ifp.kiev.ua)

<http://orcid.org/0000-0002-7545-8572>

### IMPACT OF COVID-19 ON THE COURSE OF ASTHMA IN CHILDREN

O. O. Rechkina, S. M. Rudenko, O. M. Kravtsova

Abstract

**Aim:** to study the impact of COVID-19 on the course of bronchial asthma in children.

**Materials and methods.** 45 children with asthma who suffered from COVID-19 were included in the study. The diagnosis of COVID-19 was confirmed by PCR-test or rapid antigen test. The age of the children was 5 to 17 years, the average age was  $10.87 \pm 1.34$  years.

**Results.** In 31.1% of examined children, COVID-19 was asymptomatic. After recovery from COVID-19, the frequency of asthma daytime symptoms increased by 3 times, being noted in 13.3% of children. The need to use short-term  $\beta_2$ -agonists increased by 2.5 times, being recorded in 11.1% of patients. Most of the spirometry indicators were increased in children before COVID-19, but did not differ significantly in children of both groups ( $p > 0.05$ ). A significant decrease in the  $MEF_{25}$  was noted in children after recovery from COVID-19 ( $70.72 \pm 5.12$  vs.  $90.82 \pm 9.94$ ,  $p < 0.05$ ). In patients after recovery from COVID-19, a positive post-bronchodilator test (change of  $FEV_1 \geq 12.0\%$ ) was found more frequently (6.7% vs 15.5%), the average increase in  $FEV_1$  value was 1.4 times higher ( $5.14 \pm 1.24$  versus  $7.32 \pm 1.67$ ,  $p > 0.05$ ).

**Conclusion.** COVID-19 in children with asthma had a mild or asymptomatic course. Collected data may suggest the impact COVID-19 on asthma control in children and appearance of bronchial hyperresponsiveness in post-COVID-19 period.

**Key words:** asthma, children, COVID-19, asthma control.

Ukr. Pulmonol. J. 2022;31(3):5–8.

Olena O. Rechkina

SI "National institute of phthiology and pulmonology

named after F.G. Yanovsky National academy of medical sciences of Ukraine"

Head of the Department of pediatric pulmonology and allergology

MD, Ph.D

M. Amosova str., 10, Kyiv, 03038, Ukraine

Tel. +38 050 4431017, [rechkina@ifp.kiev.ua](mailto:rechkina@ifp.kiev.ua)

<http://orcid.org/0000-0002-7545-8572>

Всесвітня організація охорони здоров'я 5 травня 2023 р. оголосила про завершення пандемії COVID-19 й пов'язаної з нею надзвичайної ситуації. Але завершення пандемії не означає, що глобальна загроза здоров'ю через коронавірус зникла.

На ранніх стадіях пандемії бронхіальна астма (БА) вважалася фактором ризику підвищеної сприйнятливості до COVID-19, а SARS-CoV-2, як і інші пневмотропні віруси, мав погіршувати як перебіг бронхіальної астми загалом, так і бути фактором ризику виникнення загострення захворювання [1, 2, 3].

У подальшому було встановлено, що інфекція COVID-19 у дітей з БА зазвичай не мала важкого перебігу незалежно від тяжкості бронхіальної астми та контролю хвороби протягом попереднього року [4]. За даними багатьох досліджень наявність алергічного риніту, бронхіальної астми з алергічним ринітом або без нього, atopіч-

ного дерматиту і пасивний вплив тютюну не були пов'язані з госпіталізацією через COVID-19.

Аналіз систематичного огляду показав [5], що поширеність COVID-19 у дітей з бронхіальною астмою коливалася від 0,14 % до 19,1 %. Застосування інгаляційних кортикостероїдів (ІКС) асоціювалося зі зниженим ризиком захворювання на COVID-19. Неконтрольований перебіг хвороби, молодший вік та БА середнього та важкого ступеня не були значущими факторами ризику зараження COVID-19, однак діти з бронхіальною астмою мали підвищений ризик госпіталізації.

Результати подальших досліджень свідчили, що під час пандемії COVID-19 відмічалася значне скорочення кількості звернень за невідкладною допомогою та госпіталізацій дітей з БА [6]. Це пов'язано із заходами карантину під час пандемії COVID-19, які обмежують передачу вірусних захворювань, зменшують можливий вплив тригерів бронхіальної астми, таких як інші вірусні інфекції, зовнішні алергени, фізичні навантаження та забруднене повітря. Це також можна пояснити тим, що батьки боялися приводити дітей до лікарні через ризик зараження

SARS-CoV-2. Крім того, важливим фактором є підвищення прихильності до лікування через страх погіршення контролю бронхіальної астми. Хоча поточні результати мета-аналізу показують, що в загальному контроль БА у дітей покращився під час пандемії, потрібно розуміти, що це результат обмежувальних заходів.

Проте іншими дослідниками [7] було встановлено, що у частини дітей з БА після гострого перебігу COVID-19 зберігаються задишка при фізичному навантаженні, кашель або непереносимість фізичних навантажень. Водночас результати спірометрії були переважно нормальними, але була знижена переносимість фізичних навантажень за результатами 6-хвилинного тесту.

Так, у дослідженні Burcin Beken та співавторів встановили, що у пацієнтів з БА, після одужання від COVID-19, показники спірометричних тестів не виявили значимої різниці та змін між основними показниками у госпіталізованих та не госпіталізованих пацієнтів, однак відповідь на бронхолітик була вищою у дітей, що потребували госпіталізації [8]. Також зазначається, що усі пацієнти з бронхіальною астмою мали відповідні симптоми та оборотність  $ОФВ_1 \geq 12\%$ , що вказує на погіршення контролю БА у конкретних пацієнтів.

В іншому дослідженні [9] при спостереженні за дітьми з бронхіальною астмою протягом не менше 30 днів, які одужали від інфекції SARS-CoV-2, не було виявлено будь-яких змін за даними УЗД легень та функції зовнішнього дихання.

Наразі немає консенсусу щодо потенційної необхідності або відповідного часу респіраторного спостереження у дітей після перенесеного COVID-19. За результатами проспективного дослідження у 2,6 % раніше здорових дітей спостерігалися зміни за даними спірометрії через 6 місяців після перенесеної інфекції SARS-CoV-2 [10]. У них не було попередньої спірометрії для порівняння, а також жодних симптомів до чи після зараження COVID-19.

Згідно отриманих результатів Soyak E. і співавторів [11, 12] при функціональному обстеженні легень у дітей з бронхіальною астмою до та після перенесеного COVID-19 не було виявлено суттєвих відмінностей показника  $FEV_1$ , FVC і  $FEV_1/FVC$ , тоді як значення  $FEF_{25-75}\%$  були значно нижчими після інфікування COVID-19, що може свідчити про розвиток обструкції. Наявність атопічного сімейного анамнезу було визнано незалежним фактором ризику для зниження  $FEF_{25-75}$  на  $\geq 25\%$  після перенесеного COVID-19. Довгострокові наслідки впливу інфекції COVID-19, особливо на дрібні дихальні шляхи, вимагають ретельного спостереження за дітьми з бронхіальною астмою.

У дослідженні Ruano F. та співавторів [11] при аналізі випадків захворювання на COVID-19 у дітей з бронхіальною астмою та дітей з БА, що не хворіли на COVID-19, не було виявлено жодних відмінностей в тяжкості бронхіальної астми, рівні контролю, функції легень і супутніх алергічних захворюваннях. Також не виявлено відмінностей щодо потреби в пероральних кортикостероїдах, невідкладній допомозі чи госпіталізації порівняно з попереднім роком. Однак виявлено значні відмінності в лікуванні бронхіальної астми: дітям з БА після COVID-19 було

потрібно частіше використання інгаляційних  $\beta_2$ -агоністів короткої дії (34 % проти 8 %,  $p < 0,001$ ) і посилення базисного лікування (14 % проти 3 %,  $p < 0,01$ ), що свідчить про те, що COVID-19 є можливою причиною загострення бронхіальної астми. Хоча це дослідження проводилося в період сезонної алергії, відмінностей у частоті ринокон'юнктивіту між групами не було виявлено. Ці дані свідчать про те, що загострення бронхіальної астми, яке спостерігалось в цій когорті, було спричинене інфекцією SARS-CoV-2, а не впливом пилку, оскільки респіраторні віруси, такі як цей, можуть погіршити симптоми.

Отже, згідно отриманих даних досліджень алергічні захворювання та бронхіальна астма не були значущими факторами ризику зараження та важкого перебігу COVID-19. Під час пандемії відмічалось значне скорочення кількості звернень за невідкладною допомогою та госпіталізацій дітей з бронхіальною астмою, однак це, скоріш за все, наслідок проведенням карантинних заходів. Обстеження дітей після COVID-19 у ряді досліджень не продемонструвало змін за даними функції зовнішнього дихання. Однак у частини пацієнтів з БА відмічалися зміни за даними спірометрії та необхідність зміни лікування, що вказує на те, що SARS-CoV-2, як і інші респіраторні віруси, може погіршити симптоми бронхіальної астми. Також існує ймовірність гіперреактивності бронхів після COVID-19.

*Мета дослідження* — визначити вплив COVID-19 на перебіг бронхіальної астми у дітей та показник функції зовнішнього дихання.

### Матеріали та методи

У дослідження були включені 45 дітей з бронхіальною астмою, що перенесли COVID-19. Діагноз COVID-19 було підтверджено шляхом ПЛР тесту чи швидкого тесту на Ag. Вік дітей від 5 до 17 років, середній вік склав  $10,87 \pm 1,34$  роки. Легкий перебіг бронхіальної астми мали 25 (55,5 %) дітей, середньоважкий – 17 (37,8 %) дітей, важкий – 3 (6,7 %). Всі діти мали контрольований перебіг за останні 4 тижні до опитування та отримували лікування БА відповідно тяжкості перебігу. Мали наявність попереднього обстеження функції зовнішнього дихання.

Критерії включення об'єктів вивчення в дослідження: чоловіча чи жіноча стать; вік 5–18 років; діти, що перенесли гостру респіраторну інфекцію COVID-19; наявність в анамнезі діагнозу бронхіальної астми (діагноз за критеріями GINA); можливість проведення дослідження функції зовнішнього дихання; відсутність зниження об'єму базисного лікування після перенесеного COVID-19; відсутність впливу відомих факторів ризику загострення бронхіальної астми; здатність дитини або її батьків (опікуна) до адекватної співпраці в ході дослідження; письмова згода батьків (опікунів) на участь дитини у дослідженні після їх ознайомлення з інформацією для учасника наукового клінічного дослідження у відповідності з Українським законодавством і вимогами Комісії з питань етики НІФП НАМНУ.

Критерії виключення об'єктів вивчення із дослідження: наявність у хворого тяжких захворювань (туберкульозу, декомпенсованої печінкової, ниркової недостатності та ін.), які суттєво впливають на його стан, клінічні

та імунологічні показники; вік до 5 років; відмова батьків (опікунів) або/та пацієнтів від проведення додаткових методів обстеження, неможливість проведення дослідження функції зовнішнього дихання, а також відмова пацієнта (добровольця) від участі у наукових клінічних дослідженнях.

### Результати та їх обговорення

За результатами дослідження у 31,1 % обстежених дітей з бронхіальною астмою COVID-19 протікав безсимптомно. Діагноз було встановлено шляхом тестування з врахуванням наявності захворювання в сім'ї. Згідно отриманих даних, у пацієнтів найчастіше відмічався кашель (64,4 % обстежених), наявність катаральних явищ зафіксовано у 51,1 % дітей, підвищення температури — у 46,7 % дітей, головний біль — у 24,4 % дітей, симптоми враження шлунково-кишкового тракту відмічалися у 13,3 % дітей. Важливо, що 11,1 % пацієнтів скаржилися на задишку чи утруднене дихання під час гострого періоду COVID-19, що потребувало використання  $\beta_2$ -агоністів короткої дії.

Таким чином, легеневі ознаки є найбільш поширеним проявом COVID-19, це захворювання може мати різні прояви чи одночасне враження декількох систем.

Загальна частота симптомів БА за 4 тижні до та після перенесеного COVID-19 у дітей з бронхіальною астмою наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

#### Симптоми БА за 4 тижні до та після перенесеного COVID-19 у дітей з бронхіальною астмою

Симптоми БА за останні 4 тижні	До COVID-19, n = 45		Після COVID-19, n = 45	
	абс.	%	абс.	%
Денні симптоми	2	4,4	6	13,3
Нічні пробудження через БА	0	0	0	0
Використання $\beta_2$ -агоністів короткої дії	2	4,4	5	11,1
Обмеження активності через БА	0	0	0	0

Згідно отриманих даних, до того як пацієнти захворіли на COVID-19, 4,4 % із них відмічали епізоди денних симптомів та необхідність використання  $\beta_2$ -агоністів короткої дії. Потрібно зауважити, що частота проявів була меншою за 2 епізоди на тиждень у зазначених дітей, та відповідала поняттю контролю бронхіальної астми. Після перенесеного COVID-19 частота денних симптомів зросла втричі та відмічалася у 13,3 % дітей, необхідність використання  $\beta_2$ -агоністів короткої дії зросла в 2,5 рази та зафіксована у 11,1 % пацієнтів. Обмеження активності та нічних пробуджень через симптоми БА не відмічалася.

Невід'ємною частиною моніторингу стану пацієнтів з бронхіальною астмою є функція зовнішнього дихання (ФЗД). Результати ФЗД до та після перенесеного COVID-19 у дітей з БА наведено в таблиці 2.

Більшість показників ФЗД були вищими у дітей до перенесеного COVID-19, але суттєво не відрізнялися у дітей обох груп ( $p > 0,05$ ). При цьому відмічено значне зниження показника МОШ<sub>25</sub> у дітей після перенесеного COVID-19 ( $70,72 \pm 5,12$  проти  $90,82 \pm 9,94$ ,  $p < 0,05$ ). Враховуючи відсутність виражених змін основних показників (ФЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ) це може вказувати на приховані обструктивні порушення ФЗД у дітей після

Таблиця 2

#### Результати функції зовнішнього дихання до та після перенесеного COVID-19 у дітей з бронхіальною астмою

Показники	Результати ФЗД, n = 45	
	До COVID-19	Після COVID-19
ОФВ <sub>1</sub> , %	$101,41 \pm 2,65$	$100,27 \pm 3,35$
ФЖЕЛ, %	$104,02 \pm 3,32$	$101,16 \pm 3,37$
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ, %	$84,44 \pm 2,04$	$81,02 \pm 1,81$
МОШ <sub>75</sub> , %	$97,53 \pm 2,62$	$92,30 \pm 4,20$
МОШ <sub>50</sub> , %	$87,02 \pm 4,87$	$83,88 \pm 4,55$
МОШ <sub>25</sub> , %	$90,82 \pm 9,94$	$70,72 \pm 5,12^*$
ПШВ, %	$100,45 \pm 3,09$	$97,64 \pm 4,91$

Примітка: \* — достовірна різниця ( $p < 0,05$ ).

перенесеного COVID-19, що найбільш виражені на рівні дрібних бронхів. Отримані дані співпадають з результатами, що були отримані Souyak E. і співавторами [12].

Для отримання додаткових даних проведено аналіз результатів бронхіальної зворотності у пробі із сальбутамолом до та після перенесеного COVID-19, дані наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

#### Розподіл результатів відповіді бронхіальної зворотності у пробі із сальбутамолом у дітей з БА до та після перенесеного COVID-19

БДВ, %	Результати ФЗД, n = 45			
	До COVID-19		До COVID-19	
	абс.	%	абс.	%
$\geq 12,0$ %	3	6,7	7	15,5*
$< 12,0$ %	42	93,3	38	84,5
Зворотність	$5,14 \pm 1,24$		$7,32 \pm 1,67$	

Примітка: \* — достовірна різниця, тест МакНемара ( $p < 0,05$ ).

Згідно отриманих результатів до перенесеного COVID-19 позитивна відповідь на сальбутамол (приріст ОФВ<sub>1</sub>  $\geq 12,0$  %) відмічалася 6,7 % дітей, після перенесеного COVID-19 позитивна відповідь на бронхолітик зафіксована у 15,5 % дітей ( $p < 0,05$ ). Також після перенесеного COVID-19 у дітей середній приріст ОФВ<sub>1</sub> був вищим у 1,4 рази ( $5,14 \pm 1,24$  проти  $7,32 \pm 1,67$ ,  $p > 0,05$ ).

Отримані нами дані співпадають з даними інших дослідників та можуть свідчити про те, що бронхіальна астма не є фактором ризику важкого перебігу COVID-19. Отримані дані вказують на можливість появи гіперреактивності бронхів після COVID-19 та вплив на контроль бронхіальної астми у дітей.

### Висновки

1. COVID-19 у дітей з бронхіальною астмою має легкий чи безсимптомний перебіг, але може викликати симптоми, пов'язані з БА, як й інші респіраторні віруси. Необхідність використання  $\beta_2$ -агоністів короткої дії в гострому періоді зафіксовано у 11,0 % пацієнтів.

2. У пацієнтів з бронхіальною астмою після перенесеного COVID-19 виявлено зростання частоти позитивної відповіді (приріст ОФВ<sub>1</sub>  $\geq 12,0$  %) на бронхолітик з 6,7 % до 15,5 %.

3. Отримані дані вказують на появу гіперреактивності бронхів після COVID-19 та вплив на контроль бронхіальної астми у дітей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Bourgonje A, et al. Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2), SARS-CoV-2 and the pathophysiology of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *J. Pathol.* 2020;251(3):228–248. DOI: 10.1002/path.5471.
2. Zimmermann P, Curtis N. Why is COVID-19 less severe in children? A review of the proposed mechanisms underlying the age-related difference in severity of SARS-CoV-2 infections. *Arch. Dis. Child.* 2021;106(5):429–439. DOI: 10.1136/archdischild-2020-320338.
3. Gay H. Managing Asthma During COVID-19. CDC. 2020. Available at: <https://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/2020/04/asthma>
4. Deliu M, et al. Longitudinal trajectories of severe wheeze exacerbations from infancy to school age and their association with early-life risk factors and late asthma outcomes. *Clin Exp Allergy.* 2020;50:315–24.
5. Aimi Suhaili Mohd Sallih MMedpaeds, et al. The outcome of COVID-19 in children with chronic lung disease: Systematic review and meta-analyses. 2023;58(6):1784–1797. <https://doi.org/10.1002/ppul.26403>
6. Ze Yang, et al. Pediatric asthma control during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr Pulmonol.* 2022;57(1):20–25. doi: 10.1002/ppul.25736
7. Leftin Dobkin SC, Collaco JM, McGrath-Morrow SA. Protracted respiratory findings in children post-SARS-CoV-2 infection. *Pediatr Pulmonol.* 2021;56:3682–3687.
8. Burcin B, et al. Asthma and allergic diseases are not risk factors for hospitalization in children with coronavirus disease 2019. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2021;126(5):569–575. doi: 10.1016/j.anai.2021.01.018
9. Bottino I, Patria MF, Milani GP, et al. Can asymptomatic or non-Severe SARS-CoV-2 infection cause medium-term pulmonary sequelae in children? *Front Pediatr.* 2021;9(62):10–19.
10. Antoniadis, M, Vitoratou DI, Koletsi P, et al. Spirometry Results after 6-Month Follow-up in a Prospective Pediatric Cohort Diagnosed with SARS-CoV-2. *Indian Journal of Pediatrics.* 2022;89:934. <https://doi.org/10.1007/s12098-022-04275-0>
11. Ruano FJ, et al. Impact of the COVID-19 pandemic in children with allergic asthma. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2020;8(9):3172–3174. doi: 10.1016/j.jaip.2020.07.019.
12. Aytekin ES, et al. Obesity is a risk factor for decrease in lung function after COVID-19 in children with asthma. *Pediatr Pulmonol.* 2022;57(7):1668–1676. doi: 10.1002/ppul.25949.

## REFERENCES

1. Bourgonje A, et al. Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2), SARS-CoV-2 and the pathophysiology of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *J. Pathol.* 2020;251(3):228–248. DOI: 10.1002/path.5471.
2. Zimmermann P, Curtis N. Why is COVID-19 less severe in children? A review of the proposed mechanisms underlying the age-related difference in severity of SARS-CoV-2 infections. *Arch. Dis. Child.* 2021;106(5):429–439. DOI: 10.1136/archdischild-2020-320338.
3. Gay H. Managing Asthma During COVID-19. CDC. 2020. Available at: <https://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/2020/04/asthma>
4. Deliu M, et al. Longitudinal trajectories of severe wheeze exacerbations from infancy to school age and their association with early-life risk factors and late asthma outcomes. *Clin Exp Allergy.* 2020;50:315–24.
5. Aimi Suhaili Mohd Sallih MMedpaeds, et al. The outcome of COVID-19 in children with chronic lung disease: Systematic review and meta-analyses. 2023;58(6):1784–1797. <https://doi.org/10.1002/ppul.26403>
6. Ze Yang, et al. Pediatric asthma control during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr Pulmonol.* 2022;57(1):20–25. doi: 10.1002/ppul.25736
7. Leftin Dobkin SC, Collaco JM, McGrath-Morrow SA. Protracted respiratory findings in children post-SARS-CoV-2 infection. *Pediatr Pulmonol.* 2021;56:3682–3687.
8. Burcin B, et al. Asthma and allergic diseases are not risk factors for hospitalization in children with coronavirus disease 2019. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2021;126(5):569–575. doi: 10.1016/j.anai.2021.01.018
9. Bottino I, Patria MF, Milani GP, et al. Can asymptomatic or non-Severe SARS-CoV-2 infection cause medium-term pulmonary sequelae in children? *Front Pediatr.* 2021;9(62):10–19.
10. Antoniadis, M, Vitoratou DI, Koletsi P, et al. Spirometry Results after 6-Month Follow-up in a Prospective Pediatric Cohort Diagnosed with SARS-CoV-2. *Indian Journal of Pediatrics.* 2022;89:934. <https://doi.org/10.1007/s12098-022-04275-0>
11. Ruano FJ, et al. Impact of the COVID-19 pandemic in children with allergic asthma. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2020;8(9):3172–3174. doi: 10.1016/j.jaip.2020.07.019.
12. Aytekin ES, et al. Obesity is a risk factor for decrease in lung function after COVID-19 in children with asthma. *Pediatr Pulmonol.* 2022;57(7):1668–1676. doi: 10.1002/ppul.25949.