

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2025-24-5-89-96>

# Острые респираторные инфекции у детей в период пандемии COVID-19

А. С. Яковлев<sup>\*1</sup>, Г. Г. Карганова<sup>1,2</sup>, Л. И. Козловская<sup>1,2</sup>, А. А. Ишмухаметов

<sup>1</sup>ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов имени М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита), Москва

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва

## Резюме

**Актуальность.** Острые респираторные инфекции являются ведущей причиной заболеваемости и смертности детей во всем мире. Пандемия COVID-19 существенно повлияла на циркуляцию других респираторных вирусов. Понимание взаимодействия SARS-CoV-2 с другими респираторными патогенами важно для прогнозирования тяжести течения заболевания, усовершенствования методов диагностики и лечения, а также для разработки эффективных стратегий профилактики. **Цель.** Проанализировать опубликованные научные данные, касающиеся циркуляции респираторных вирусов на разных этапах пандемии COVID-19 и особенности вирусных и бактериальных коинфекций у детей, а также оценить их влияние на течение заболевания.

**Выводы.** Пандемия COVID-19 на начальном этапе привела к снижению заболеваемости, вызываемой другими респираторными вирусами, с последующим быстрым восстановлением их циркуляции после отмены ограничительных мер. У детей COVID-19 протекает легче, чем у взрослых, с высокой долей бессимптомных форм. Ко-инфицирование SARS-CoV-2 с другими респираторными вирусами более характерно для детей младшего возраста и не приводит к значительному увеличению тяжести течения заболевания. Вторичные бактериальные инфекции у детей с COVID-19 существенно повышают риск тяжелого течения заболевания.

**Ключевые слова:** COVID-19, SARS-CoV-2, респираторные вирусы, грипп, ОРВИ, смешанные инфекции, вирусная интерференция, эпидемиология

Конфликт интересов не заявлен.

**Для цитирования:** Яковлев А. С., Карганова Г. Г., Козловская Л. И. и др. Острые респираторные инфекции у детей в период пандемии COVID-19. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2025;24(5):89-96. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2025-24-5-89-96>

## Respiratory Infections in Children during the Covid-19 Pandemic

AS Yakovlev<sup>\*1</sup>, GG Karganova<sup>1,2</sup>, LI Kozlovskaya<sup>1,2</sup>, AA Ishmukhametov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Chumakov FSC R&D IBP RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Sechenov University, Moscow, Russia

## Abstract

**Relevance.** Acute respiratory infections (ARI) are a leading cause of morbidity and mortality in children worldwide. The COVID-19 pandemic has significantly influenced the circulation of other respiratory viruses. Understanding the interactions between SARS-CoV-2 and other respiratory pathogens is crucial for predicting disease severity, improving diagnostic and treatment methods, and developing effective prevention strategies. **Aims.** This study aims to analyze changes in the circulation of respiratory viruses at different stages of the COVID-19 pandemic, investigate the prevalence and characteristics of viral and bacterial co-infections in children, and assess their impact on disease progression. **Conclusions.** At the initial stage of the COVID-19 pandemic, the incidence of respiratory viral infections declined, followed by a rapid resurgence after the lifting of restrictive measures. In children, COVID-19 presents with milder symptoms than in adults and has a high proportion of asymptomatic cases. Mixed SARS-CoV-2 infections with other respiratory viruses are more common in younger children and do not significantly increase disease severity. However, secondary bacterial infections in children with COVID-19 substantially elevate the risk of severe disease progression.

**Keywords:** COVID-19, SARS-CoV-2, respiratory viruses, influenza, ARI, children, co-infections, viral interference, epidemiology

No conflict of interest to declare.

\* Для переписки: Яковлев Александр Сергеевич, научный сотрудник, ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов имени М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита), 108819, Москва, поселение Московский, пос. Института полиомиелита, владение 8, корп. 1. +7 (929) 668-74-88, Alex-montreal@yandex.ru. ©Яковлев А. С. и др.

\*\* For correspondence: Yakovlev Alexander S., Research fellow, Chumakov FSC R&D IBP RAS, Premises 8, building 1, Village of Institute of Poliomyelitis, Settlement "Moskovskiy", Moscow, 108819, Russia. +7 (929) 668-74-88, Alex-montreal@yandex.ru. ©Yakovlev AS, et al.

**For citation:** Yakovlev AS, Karganova GG, Kozlovskaya LI, et al. Respiratory infections in children during the Covid-19 pandemic. *Epidemiology and Vaccinal Prevention.* 2025;24(5):89-96 (In Russ.). <https://doi:10.31631/2073-3046-2025-24-5-89-96>

Острые респираторные вирусные инфекции (ОРВИ) являются ведущей причиной заболеваемости и смертности детей во всем мире, ежегодно приводя к более чем 2,4 миллионам смертей, из которых более 700 тысяч приходится на детей в возрасте до 5 лет [1]. В России заболеваемость детей в среднем в 2,8 раза выше, чем в популяции в целом (от 19 505 до 21 664 на 100 тыс. населения) [2].

ОРВИ вызываются широким спектром возбудителей, которые способны циркулировать одновременно и приводить к коинфицированию, частота которых варьирует в зависимости от региона и сезона. Сочетанные инфекции представляют особый интерес, поскольку могут существенно влиять на тяжесть течения заболевания.

11 марта 2020 г. ВОЗ объявила о начале пандемии COVID-19, вызванной вирусом SARS-CoV-2 [3]. Пандемия привела к глобальному кризису общественного здравоохранения и беспрецедентным мерам эпидемического контроля, включавшим карантин, социальное дистанцирование, использование средств индивидуальной защиты, дистанционную работу и обучение. Введенные меры существенно повлияли на структуру заболеваемости ОРВИ, варьируясь для разных вирусов в зависимости от их специфических особенностей [4–6].

Особый интерес представляет изучение COVID-19 у детей, поскольку обычно респираторные инфекции являются более опасными для этой возрастной группы. Хотя в случае с COVID-19 основной группой риска оказалось взрослое население, тем не менее, накапливаются данные о различных осложнениях после перенесенного заболевания, в том числе и у детей [7,8].

Эволюция SARS-CoV-2 в ходе пандемии привела к появлению различных вариантов вируса, которые обладали уникальными биологическими свойствами. Это могло влиять на его трансмиссионность, способность избегать врожденный иммунный ответ хозяина, характер и тяжесть течения заболевания, а также особенности взаимодействия с другими респираторными патогенами [9].

Цель обзора – проанализировать опубликованные научные данные, касающиеся циркуляции респираторных вирусов на разных этапах пандемии COVID-19 и особенности вирусных и бактериальных коинфекций у детей, а также оценить их влияние на течение заболевания.

Анализ циркуляции респираторных вирусов в период пандемии COVID-19 у детей

На начальных этапах пандемии COVID-19 в 2020 г. произошло значительное снижение заболеваемости, вызванной сезонными респираторными вирусами, в том числе среди детей [5,6,10]. Это явление

наблюдалось во всех регионах мира, вне зависимости от географических, климатических и социальных особенностей, что связывалось с жесткими карантинными мерами, социальным дистанцированием и широким применением средств индивидуальной защиты. Эти меры оказались эффективны не только в снижении распространения SARS-CoV-2, но и других респираторных патогенов [4,11]. Дополнительно некоторые исследователи рассматривали роль вирусной интерференции, то есть конкурентного подавления одних вирусов другими, как возможного фактора изменения циркуляции респираторных вирусов [4,6,12].

В России в 2020 г. отмечался значительный рост заболеваемости детей ОРВИ, что преимущественно было связано с COVID-19. Заболеваемость увеличилась на 11,5 %, по сравнению с 2018 г., и на 8,8 % относительно среднемноголетнего показателя [6,13]. В тот период доминировали варианты SARS-CoV-2 B.1 и B.1.1 [14]. В Москве в 2020 г. было зарегистрировано два пика заболеваемости: первый – в конце апреля (51,3 на 100 тыс. населения) с последующим плавным снижением, второй стремительный рост – с октября по декабрь (138,1 на 100 тыс.) [15].

Инфицирование другими респираторными вирусами существенно снизилось в тот период [10,16]. Особенно заметным стало снижение выявления респираторно-синцитиального вируса (RSV), традиционно доминирующего среди возбудителей детских респираторных инфекций [17,18]. В США, Австралии, Чили, Южной Африке, Канаде, Мексике, Китае и России наблюдалось беспрецедентное снижение заболеваемости гриппом A и B [16,19,20]. Исключением являлся метапневмовирус (hMPV), частота выявления которого, напротив, увеличилась среди госпитализированных детей в Москве и Новосибирске [6,13]. Интересно, что во время предыдущей пандемии гриппа A (H1N1) в 2009 г. также наблюдался рост выявляемости hMPV среди детей младшего возраста [21].

Наиболее распространенными бактериальными патогенами в тот период были: *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Chlamydia pneumoniae*, *Legionella pneumophila*, *Acinetobacter baumannii*, а также грибы *Candida albicans* и *Aspergillus flavus* [6,22]. В исследовании, проведенном в Краснодарском крае, сравнивали частоту выявления бактериальных и грибковых патогенов у пациентов до и во время пандемии COVID-19 [23]. Результаты показали, что в период пандемии наиболее часто обнаруживались *Acinetobacter baumannii*, *Candida albicans* и *Klebsiella pneumoniae*. Примечательно,

что до начала пандемии наиболее распространенным патогеном являлся *Streptococcus pneumoniae*, частота выявления которого снизилась в 10 раз в 2020 г. В другом проспективном исследовании 2020 г., основанном на анализе данных эпидемиологического надзора 26 стран, было выявлено существенное снижение заболеваемости, вызванной бактериальными патогенами, такими как *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* и *Neisseria meningitidis* [24]. По результатам исследования, проведенного в Москве, было установлено, что у 27 % детей с COVID-19 выявлялась вторичная бактериальная инфекция, вызванная *Mycoplasma pneumoniae* или *Chlamydia pneumoniae* [6].

В начале 2021 г. стал преобладать новый вариант SARS-CoV-2 Alpha (B.1.1.7). Этот этап характеризовался планомерным снижением заболеваемости COVID-19 во всем мире, что привело к ослаблению ограничений. В Москве в тот период заболеваемость COVID-19 составляла около 40 на 100 тыс. населения [15]. В условиях ослабленных ограничений циркуляция респираторных вирусов начала восстанавливаться. Исследование, проведенное в Португалии, показало, что в июле 2021 г. появились первые случаи RSV, который практически не регистрировался в период пандемии COVID-19 [25]. Пик его активности наблюдался в конце сентября, когда RSV и риновирусы (hRV) были самыми выявляемыми респираторными вирусами у госпитализированных детей. Подобные результаты были получены в США, где SARS-CoV-2 был выявлен всего у 7,6 % поступивших с респираторными заболеваниями детей и не был самым распространенным вирусом среди детской популяции [26]. В то время hRV и энтеровирусы (EV) стали основными патогенами среди детей и составляли 32,7 %, а RSV 12,9 %. Параллельно с этим, в июле 2021 г., появился новый доминирующий вариант SARS-CoV-2 Delta (B.1.617.2), вызвавший значительный всплеск заболеваемости. В Москве в июле случаи COVID-19 достигли 413,8 на 100 тыс. населения, что ранее было не типично для SARS-CoV-2, для которого пики заболеваемости до этого приходились на осенне-зимний период [15]. Похожий всплеск заболеваемости произошел в октябре – ноябре 2021 г., когда средний показатель заболеваемости составлял 398,7 на 100 тыс. населения. В исследовании, проведенном в США в тот период, было показано, что у 16,8 % госпитализированных детей регистрировали также бактериальные вторичные инфекции, среди них вызванные *Staphylococcus aureus* и *Streptococcus pneumoniae* [27].

Осенью 2021 г., после снятия большинства ограничительных мер, началось быстрое восстановление циркуляции респираторных вирусов. Например, в Китае, где ограничения были смягчены в относительно короткие сроки, наблюдалось стремительное восстановление циркуляции RSV,

вирусов парагриппа (PIV) и сезонных коронавирусов (hCoV), хотя выявляемость адено-вирусов (AdV) снизилась, а вирусы гриппа по-прежнему не детектировались [28]. В Великобритании аналогичный рост ОРВИ наблюдался после возобновления работы школ, и было особенно характерно распространение hRV и AdV [29]. Примечательно, что сезонность некоторых респираторных вирусов изменилась. Например, летом наблюдался подъем заболеваемости, вызванной RSV, хотя обычно пик приходился на зимние месяцы. Подобные изменения отмечались в г. Новосибирске и Санкт-Петербурге, где всплеск инфицирования RSV пришелся на октябрь [13].

Вирусы гриппа начали снова выявляться в США, Канаде и России осенью-зимой 2021 г., но на более низком уровне, чем до пандемии [13,30,31]. Полное восстановление распространенности гриппа произошло только в сезоне 2022–2023 гг., с более ранним началом эпидемического подъема и увеличением числа тяжелых форм заболевания среди детей, что могло быть следствием низкой циркуляции вирусов в предыдущие сезоны и, соответственно, снижения популяционного иммунитета [4,11,30,32].

В отличие от большинства респираторных вирусов hRV оказался менее подвержен влиянию ограничительных мер в период пандемии COVID-19. Несмотря на незначительное снижение выявляемости, он продолжал активно циркулировать, что отмечалось во многих странах [12,33]. Это может объясняться его устойчивостью к спиртовым дезинфицирующим средствам и относительно низкой эффективностью масок для предотвращения передачи данного патогена [34,35].

#### Вирусные и бактериальные коинфекции при COVID-19

Как отмечалось выше, основная причина снижения распространения сезонных респираторных вирусов, вероятно, была связана с ограничительными мерами, которые были приняты во время пандемии COVID-19. Однако важно отметить, что другой возможной причиной снижения выявления ОРВИ, могла быть вирусная интерференция. Ранее подобное явление было показано в нескольких исследованиях во время пандемии гриппа A(H1N1) в 2009 г.

Некоторые исследователи показали возможность вирусной интерференции между SARS-CoV-2 и другими респираторными вирусами. В российском исследовании 2020 г. коинфекции SARS-CoV-2 с hRV, AdV и hMPV встречались значительно реже, чем ожидалось, исходя из их распространенности [6]. Аналогичные результаты получены в других исследованиях, в которых, помимо указанных патогенов, отмечалось снижение количества случаев смешанных инфекций SARS-CoV-2 с вирусом гриппа B [36,37].

Точный механизм вирусной интерференции до конца не изучен, но, вероятно, он может реализовываться через несколько механизмов, включая индукцию врожденного иммунного ответа одним вирусом, предотвращающего суперинфекцию другим вирусом, а также конкуренцию вирусов за рецепторы и ресурсы клетки-хозяина [38,39]. Например, предварительное инфицирование клеток бронхиального эпителия hRV способно нарушать репликацию SARS-CoV-2 через интерферон-зависимые механизмы [40].

Другой важный аспект интерференции заключается в том, что вирусная коинфекция также может увеличить тяжесть течения заболевания за счет чрезмерной продукции интерферонов и провоспалительных цитокинов или снижения секреции противовоспалительных цитокинов, таких как интерлейкин 10 [41].

В начале пандемии во многих исследованиях были описаны случаи коинфекции COVID-19 с другими патогенами, включая вирусы (гриппа, hRV, PIV, hMPV, RSV и др.), бактерии (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae*, *Legionella pneumophila* и др.) и грибы (*Candida albicans*, *Aspergillus flavus* и др.) [22,42].

Частота выявления смешанных инфекций существенно варьировала в разных исследованиях, составляя до 50 % в первые месяцы пандемии, при этом большинство случаев были представлены бактериальными патогенами, ассоциированными с более тяжелым течением заболевания и повышенной необходимостью в госпитализации в ОРИТ [22]. В то же время в других исследованиях частота коинфекций была относительно низкой (1,5–3 %) [43,44]. В Москве осенью 2020 г. среди госпитализированных детей с COVID-19 вирусные коинфекции составляли 3,1 %, а бактериальные – 7,7 %, в г. Новосибирске случаи смешанных инфекций практически отсутствовали [6,13]. Наиболее распространенными вирусными коинфекциями в тот период были hRV, hMPV, коронавирусы человека, такие как HKU-1 и OC43 и вирусы парагриппа типов 3 и 4 [6].

В 2021 г. в условиях ослабления ограничений количество коинфекций увеличилось, особенно во время доминирования варианта SARS-CoV-2 Delta (B.1.617.2). В большом исследовании, проведенном в США, было показано, что коинфекции при варианте SARS-CoV-2 Alpha составляли 24,4 %, а при варианте Delta – 27,5 %. Чаще всего среди детей, госпитализированных с COVID-19, обнаруживали также hRV и EV (15,7 %), AdV (4,2 %) и RSV (3,1) [25]. В исследовании, проведенном в Бразилии, смешанные инфекции встречались у 24 % детей, у которых чаще выявляли hRV (17,9 %) и RSV (12,7 %) [44].

В 2022–2023 гг. на фоне циркуляции субвариантов SARS-CoV-2 Omicron (BA.1, BA.2, BA.5) сохранилась высокая частота коинфекций SARS-CoV-2

с другими респираторными патогенами. По данным российского исследования, в Санкт-Петербурге вирусные коинфекции выявлялись у 16,8 % детей, а бактериальные – у 19,9 % [36]. Аналогичные тенденции наблюдались в США и Великобритании: в педиатрической популяции коинфекции регистрировались у 15–36 % детей с COVID-19, с пиком в период роста заболеваемости RSV и гриппа [46].

Структура коинфекций имела региональные особенности. В США среди вирусных коинфекций доминировали EV/hRV – 50 % от всех случаев, за которыми следовал RSV (21,4 %) [46]. В Англии был отмечен значительный рост коинфекций SARS-CoV-2 с вирусом гриппа А (50 %) и RSV (20 %), по сравнению с сезоном 2021–2022 гг., что объяснялось снижением популяционного иммунитета, связанного с уменьшением циркуляции вирусов гриппа [47]. В России среди госпитализированных детей преобладали коинфекции SARS-CoV-2 с AdV (6,6 %) [36].

#### Влияние различных вариантов SARS-CoV-2 и коинфекции на течение заболевания

В ходе пандемии наблюдалась тенденция, при которой с появлением новых доминирующих вариантов SARS-CoV-2 увеличивалась его контагиозность, тогда как вирулентность для человека снижалась. Это приводило к росту заболеваемости среди населения, однако тяжесть течения и уровень смертности постепенно уменьшались [15,48].

Накопленные данные свидетельствуют о более благоприятном течении COVID-19 у детей, по сравнению со взрослыми [7]. По результатам серологических исследований, в России к 2020 г. количество серопозитивных среди детей было выше, чем в других возрастных группах, кроме лиц старше 60 лет [49,50], все случаи были завозными из Аргентины (транзит через Италию). При этом до 50 % детей переносили инфекцию бессимптомно или в легкой форме. Высокий уровень сероконверсии у детей без симптомов COVID-19 отмечали и в других странах, например, в Германии [51]. В Англии только у четверти детей, имеющих антитела к вирусу SARS-CoV-2, отмечались какие-либо клинические признаки заболевания. Многие исследователи, в том числе в России, отмечали в целом более благоприятное течение COVID-19 у детей и низкую летальность [52,53]. Тяжелое течение заболевания чаще всего было ассоциировано с сопутствующей патологией или ожирением [6,52,53].

Данные о влиянии вирусных коинфекций на тяжесть COVID-19 противоречивы. Некоторые исследования свидетельствуют, что коинфекция SARS-CoV-2 с вирусом гриппа и другими респираторными вирусами может значительно усилить тяжесть заболевания и повысить смертность среди взрослого населения [45,54], хотя другие исследователи не выявили существенного влияния вирусных коинфекций на течение болезни и летальность [6,52,53].

У детей коинфекция SARS-CoV-2 с другими респираторными вирусами, включая грипп, обычно не приводила к значительному утяжелению течения заболевания [6,36,56]. Однако в некоторых исследованиях было показано, что коинфекции SARS-CoV-2 и hRV повышали вероятность тяжелого течения заболевания у детей [6,56,57]. Также многие исследователи отмечали, что коинфекция при COVID-19 было более характерно для детей младшего возраста [6,22,26]. Напротив, бактериальные коинфекции существенно ухудшали прогноз исхода болезни, у пациентов чаще развивалась пневмония, возрастила вероятность госпитализации в ОРИТ, увеличивалась длительность заболевания [6,36].

Частота тяжелых форм у детей с COVID-19 и необходимость госпитализации в ОРИТ оказалась сопоставима или даже ниже, чем при других ОРВИ. В исследованиях, проведенных в России, было, в частности, показано, что в Москве только 2,7 % детей с COVID-19 требовалось лечение в ОРИТ, что отмечалось и при других респираторных инфекциях (2,9 %), в Новосибирске – 2,1 % для COVID-19 против 5,7 % для других ОРВИ, с наибольшей частотой госпитализаций в ОРИТ при RSV (13,5 %), бокавирусах (13 %) и AdV (12,7 %) [6,13].

С появлением варианта SARS-CoV-2 Омикрон в 2022 г. течение заболевания у детей протекало легче, чем при предыдущих вариантах [58]. Это объясняется его сниженной способностью к репликации в клетках легких и, наоборот, более эффективной репликацией в бронхах [59]. Соответственно, вариант Омикрон преимущественно поражает верхние дыхательные пути, а не нижние. Эта характеристика повышает его трансмиссивность, но приводит к более легкому течению заболевания. Результаты российского исследования подтверждают низкую частоту осложнений со стороны

нижних дыхательных путей среди детей с COVID-19, вызванным вариантом SARS-CoV-2 Омикрон [36]. В исследовании, проведенном в Италии, было показано, что у детей, инфицированных SARS-CoV-2 Омикрон, наблюдался более низкий риск госпитализации, потребности в ИВЛ, необходимости применения антибиотиков и развития осложнений, по сравнению с другими вирусными инфекциями, что свидетельствует о менее тяжелом течении инфекции [60].

### Заключение

Пандемия COVID-19 привела к значительным изменениям в циркуляции респираторных вирусов, с первоначальным снижением заболеваемости и последующим восстановлением их активности после отмены ограничительных мер.

Частота тяжелых форм заболевания и необходимость госпитализации в ОРИТ у детей с COVID-19 сопоставима или ниже, чем при других ОРВИ.

Коинфекции SARS-CoV-2 с другими респираторными вирусами чаще встречаются у детей младшего возраста, но не приводят к более тяжелому течению заболевания.

Бактериальные коинфекции являются фактором риска тяжелого течения COVID-19 у детей, увеличивая вероятность пневмонии, госпитализации в ОРИТ и большей продолжительности болезни.

Несмотря на сохраняющуюся важность контроля в отношении COVID-19, полученные данные указывают на то, что другие респираторные патогены могут представлять не меньшую, а в некоторых случаях – даже большую угрозу для здоровья детей. Эпидемиологический надзор и профилактические мероприятия должны учитывать весь спектр циркулирующих возбудителей ОРВИ.

## Литература

1. Troeger C, Forouzanfar M, Rao P C, et al. Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of lower respiratory tract infections in 195 countries: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet Infectious Diseases* 2017;17:1133–61. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30396-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30396-1).
2. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году». Доступно на: [https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/5fa/gd-seb\\_02\\_06\\_s-podpisu\\_.pdf](https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/5fa/gd-seb_02_06_s-podpisu_.pdf) (дата обращения: 24.12.2024).
3. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 51 н.д. Доступно на: <https://www.who.int/docs/default-source/coronavirus/situation-reports/20200311-sitreps-51-covid-19.pdf> (дата обращения 24.01.2025).
4. Chow E J, Uyeki T M, Chu H Y. The effects of the COVID-19 pandemic on community respiratory virus activity. *Nat Rev Microbiol* 2023;21:195–210. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00807-9>.
5. Poole S, Brendish N J, Clark T W. SARS-CoV-2 has displaced other seasonal respiratory viruses: Results from a prospective cohort study. *Journal of Infection* 2020;81:966–72. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.11.010>.
6. Yakovlev A S, Belyaletdinova I K, Mazankova L N, et al. SARS-CoV-2 infection in children in Moscow in 2020: clinical features and impact on circulation of other respiratory viruses: SARS-CoV-2 infection in children in Moscow in 2020. *International Journal of Infectious Diseases* 2022;116:331–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.12.358>.
7. Doherty A B, Harrison E M, Green C A, et al. Features of 20 133 UK patients in hospital with covid-19 using the ISARIC WHO Clinical Characterisation Protocol: prospective observational cohort study. *BMJ* 2020;369:m1985. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1985>.
8. Castagnoli R, Votta M, Licari A, et al. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Infection in Children and Adolescents: A Systematic Review. *JAMA Pediatrics* 2020;174:882–9. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.1467>.
9. Markov P V, Ghafari M, Beer M, et al. The evolution of SARS-CoV-2. *Nat Rev Microbiol* 2023;21:361–79. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00878-2>.
10. Groves H E, Piché-Renaud P-P, Peci A, et al. The impact of the COVID-19 pandemic on influenza, respiratory syncytial virus, and other seasonal respiratory virus circulation in Canada: A population-based study. *Lancet Reg Health Am* 2021;1:100015. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.100015>.
11. Liu X, Peng Y, Chen Z, et al. Impact of non-pharmaceutical interventions during COVID-19 on future influenza trends in Mainland China. *BMC Infectious Diseases* 2023;23:632. <https://doi.org/10.1186/s12879-023-08594-1>.
12. Piret J, Boivin G. Viral Interference between Respiratory Viruses. *Emerg Infect Dis* 2022;28:273–81. <https://doi.org/10.3201/eid2802.211727>.
13. Kurskaya O G, Prokopyeva E A, Sobolev I A, et al. Changes in the Etiology of Acute Respiratory Infections among Children in Novosibirsk, Russia, between 2019 and 2022: The Impact of the SARS-CoV-2 Virus. *Viruses* 2023;15:934. <https://doi.org/10.3390/v15040934>.

14. Gushchin V A, Dolzhikova I V, Shchetinin A M, et al. Neutralizing Activity of Sera from Sputnik V-Vaccinated People against Variants of Concern (VOC: B.1.1.7, B.1.351, P.1, B.1.617.2, B.1.617.3) and Moscow Endemic SARS-CoV-2 Variants. *Vaccines* 2021;9:779. <https://doi.org/10.3390/vaccines9070779>.
15. Акимкин В. Г., Попова А. Ю., и др. COVID-19: эволюция пандемии в России. Сообщение I: проявления эпидемического процесса COVID-19 // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. - 2022. - Т. 99. - №3. - С. 269–286. doi: 10.36233/0372-9311-276
16. Olsen S J, Azziz-Baumgartner E, Budd A P, et al. Decreased Influenza Activity During the COVID-19 Pandemic - United States, Australia, Chile, and South Africa, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2020;69:1305–9. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6937a6>.
17. Abu-Raya B, Viñeta Paramo M, Reicherz F, et al. Why has the epidemiology of RSV changed during the COVID-19 pandemic? *EClinicalMedicine* 2023;61:102089. <https://doi.org/10.1016/j.eclimn.2023.102089>.
18. Wagatsuma K, Koolhof I S, Shobugawa Y, et al. Decreased human respiratory syncytial virus activity during the COVID-19 pandemic in Japan: an ecological time-series analysis. *BMC Infect Dis* 2021;21:734. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06461-5>.
19. Arellanos-Soto D, Padilla-Rivas G, Ramos-Jimenez J, et al. Decline in influenza cases in Mexico after the implementation of public health measures for COVID-19. *Sci Rep* 2021;11:10730. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90329-w>.
20. Park K Y, Seo S, Han J, et al. Respiratory virus surveillance in Canada during the COVID-19 pandemic: An epidemiological analysis of the effectiveness of pandemic-related public health measures in reducing seasonal respiratory viruses test positivity. *PLoS One* 2021;16:e0253451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253451>.
21. Meningher T, Hindiyeh M, Regev L, et al. Relationships between A(H1N1)pdm09 influenza infection and infections with other respiratory viruses. *Influenza Other Respir Viruses* 2014;8:422–30. <https://doi.org/10.1111/irv.12249>.
22. Lansbury L, Lim B, Baskaran V, et al. Co-infections in people with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *J Infect* 2020;81:266–75. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.05.046>.
23. Абдуллаев М. Г., Кулбужева М. И., Зотов С. В. и др. Микробный пейзаж у госпитальных больных с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, сравнительная антибиотикорезистентность с «доковидным» периодом: проспективное исследование. Кубанский научный медицинский вестник. 2021;28(5):14-28. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-5-14-28>.
24. Brueggemann A B, Jansen van Rensburg M J, Shaw D, et al. Changes in the incidence of invasive disease due to *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, and *Neisseria meningitidis* during the COVID-19 pandemic in 26 countries and territories in the Invasive Respiratory Infection Surveillance Initiative: a prospective analysis of surveillance data. *Lancet Digit Health* 2021;3:e360–70. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00077-7](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00077-7).
25. Almeida T, Guimaraes J T, Rebello S. Epidemiological Changes in Respiratory Viral Infections in Children: The Influence of the COVID-19 Pandemic. *Viruses* 2023;15:1880. <https://doi.org/10.3390/v15091880>.
26. Westbrook A, Wang T, Bhakta K, et al. Respiratory Coinfections in Children With SARS-CoV-2. *The Pediatric Infectious Disease Journal* 2023;42:774. <https://doi.org/10.1097/INF.00000000000003981>.
27. Choudhary R, Webber B J, Womack L S, et al. Factors Associated With Severe Illness in Patients Aged <21 Years Hospitalized for COVID-19. *Hosp Pediatr* 2022;12:760–83. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2022-006613>.
28. Zeng Z, Guan W, Liu Y, et al. Different Circulation Pattern of Multiple Respiratory Viruses in Southern China During the COVID-19 Pandemic. *Front Microbiol* 2022;12:801946. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.801946>.
29. Lumley S F, Richens N, Lees E, et al. Changes in paediatric respiratory infections at a UK teaching hospital 2016–2021; impact of the SARS-CoV-2 pandemic. *J Infect* 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2021.10.022>.
30. CDC. 2021–2022 Season. *Influenza (Flu)* 2024. Доступно на: <https://www.cdc.gov/flu/season/2021-2022.html> (дата обращения 24.01.2024).
31. Bancej C, Rahal A, Lee L, et al. National FluWatch mid-season report, 2021–2022: Sporadic influenza activity returns. *Can Commun Dis Rep* 2022;48:39–45. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i01a06>.
32. White E B, O'Halloran A, Sundaresan D, et al. High Influenza Incidence and Disease Severity Among Children and Adolescents Aged <18 Years — United States, 2022–23 Season. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2023;72:1108–14. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7241a2>.
33. El-Heneidy A, Ware R S, Robson J M, et al. Respiratory virus detection during the COVID-19 pandemic in Queensland, Australia. *Aust NZ J Public Health* 2022;46:10–5. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.13168>.
34. Leung N H, Chu D K, Shiu E Y, et al. Respiratory Virus Shedding in Exhaled Breath and Efficacy of Face Masks. *Nat Med* 2020;26:676–80. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0843-2>.
35. Park S, Michelow I C, Choe Y J. Shifting patterns of respiratory virus activity following social distancing measures for COVID-19 in South Korea. *J Infect Dis* 2021;jiab231. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiab231>.
36. Yakovlev A S, Afanasev V V, Alekseenko S I, et al. Prevalence and Clinical Impact of Viral and Bacterial Coinfections in Hospitalized Children and Adolescents Aged under 18 Years with COVID-19 during the Omicron Wave in Russia. *Viruses* 2024;16:1180. <https://doi.org/10.3390/v16081180>.
37. Weidmann M D, Green D A, Berry G J, et al. Assessing respiratory viral exclusion and affinity interactions through co-infection incidence in a pediatric population during the 2022 resurgence of influenza and RSV. *Front Cell Infect Microbiol* 2023;13:1208235. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1208235>.
38. Wu A, Mihaylova V T, Landry M L, et al. Interference between rhinovirus and influenza A virus: a clinical data analysis and experimental infection study. *Lancet Microbe* 2020;1:e254–62. [https://doi.org/10.1016/s2666-5247\(20\)30114-2](https://doi.org/10.1016/s2666-5247(20)30114-2).
39. Pinky L, Dobrovolny H M. Coinfections of the Respiratory Tract: Viral Competition for Resources. *PLoS ONE* 2016;11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155589>.
40. Dee K, Schultz V, Haney J, et al. Influenza A and Respiratory Syncytial Virus Trigger a Cellular Response That Blocks Severe Acute Respiratory Syndrome Virus 2 Infection in the Respiratory Tract. *The Journal of Infectious Diseases* 2023;227:1396–406. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiac494>.
41. Nickbaksh H, Mair C, Matthews L, et al. Virus–virus interactions impact the population dynamics of influenza and the common cold. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2019;116:27142–50. <https://doi.org/10.1073/pnas.1911083116>.
42. Massey B W, Jayathilake K, Meltzer H Y. Respiratory Microbial Co-infection With SARS-CoV-2. *Front Microbiol* 2020;11:2079. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.02079>.
43. Kanji J N, Zelyas N, Pabbajaru K, et al. Respiratory virus coinfections with severe acute respiratory coronavirus virus 2 (SARS-CoV-2) continue to be rare one year into the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic in Alberta, Canada (June 2020–May 2021). *Infect Control Hosp Epidemiol* n.d.:1–4. <https://doi.org/10.1017/ice.2021.495>.
44. Uhlig K, Amadi A, Forman M, et al. Circulation of Non-SARS-CoV-2 Respiratory Pathogens and Coinfection with SARS-CoV-2 Amid the COVID-19 Pandemic. *Open Forum Infect Dis* 2021;9:ofab618. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofab618>.
45. Malveste Ito C R, Moreira A L E, da Silva P A N, et al. Viral Coinfection of Children Hospitalized with Severe Acute Respiratory Infections during COVID-19 Pandemic. *Biomedicines* 2023;11:1402. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11051402>.
46. Tannis A, Englund J A, Perez A, et al. SARS-CoV-2 Epidemiology and COVID-19 mRNA Vaccine Effectiveness Among Infants and Children Aged 6 Months–4 Years — New Vaccine Surveillance Network, United States, July 2022–September 2023. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2023;72:1300–6. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7248a2>.
47. UKHSA. Surveillance of influenza and other seasonal respiratory viruses in the UK, winter 2022 to 2023. GOV.UK n.d. Доступно на: <https://www.gov.uk/government/statistics/annual-flu-reports/surveillance-of-influenza-and-other-seasonal-respiratory-viruses-in-the-uk-winter-2022-to-2023> (дата обращения 6.02.2025).
48. Bahl A, Mielke N, Johnson S, et al. Severe COVID-19 outcomes in pediatrics: an observational cohort analysis comparing Alpha, Delta, and Omicron variants. *Lancet Reg Health Am* 2022;18:100405. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100405>.
49. Попова А. Ю., Ежкова Е. Б., Мельникова А. А. и др. Уровень серопревалентности к SARS-CoV-2 среди жителей Хабаровского края на фоне эпидемии COVID-19 // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. - 2021. - Т. 98. - №1. - С. 7-17. doi: 10.36233/0372-9311-92
50. Попова А. Ю., Ежкова Е. Б., Мельникова А. А. и др. Оценка популяционного иммунитета к SARS-CoV-2 среди населения Ленинградской области в период эпидемии COVID-19. Проблемы особо опасных инфекций. 2020; 3:114–123. <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-124-130>
51. Hippich M, Holthaus L, Assfalg R, et al. A Public Health Antibody Screening Indicates a 6-Fold Higher SARS-CoV-2 Exposure Rate than Reported Cases in Children. *Med* 2021;2:149-163.e4. <https://doi.org/10.1016/j.medj.2020.10.003>.
52. Дондрей Е. А., Исаакина Л. Н., Афанасьева О. И. и др. Характеристика COVID-19 у детей: первый опыт работы в стационаре Санкт-Петербурга. Журнал инфекционологии. 2020;12(3):56-63. <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2020-12-3-56-63>
53. Stoprya L, Kowalik A, Stala J, et al. The Age-Related Course of COVID-19 in Pediatric Patients—1405 Cases in a Single Center. *Journal of Clinical Medicine* 2022;11:7347. <https://doi.org/10.3390/jcm11247347>.
54. Lai C-C, Wang C-Y, Hsueh P-R. Co-infections among patients with COVID-19: The need for combination therapy with non-anti-SARS-CoV-2 agents? *J Microbiol Immunol Infect* 2020;53:505–12. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.05.013>.
55. Steponavicienė A, Burokiene S, Ivaskaitevičienė I, et al. Influenza and Respiratory Syncytial Virus Infections in Pediatric Patients during the COVID-19 Pandemic: A Single-Center Experience. *Children (Basel)* 2023;10:126. <https://doi.org/10.3390/children10010126>.
56. Xie J, Florin T A, Funk A L, et al. Respiratory Viral Co-infection in SARS-CoV-2-Infected Children During the Early and Late Pandemic Periods. *The Pediatric Infectious Disease Journal* n.d.:10.1097/INF.00000000000004623. <https://doi.org/10.1097/INF.00000000000004623>.
57. Agathis N T, Patel K, Milucky J, et al. Codetections of Other Respiratory Viruses Among Children Hospitalized With COVID-19. *Pediatrics* 2023;151:e2022059037. <https://doi.org/10.1542/peds.2022-059037>.
58. Fan Y, Li X, Zhang L, et al. SARS-CoV-2 Omicron variant: recent progress and future perspectives. *Sig Transduct Target Ther* 2022;7:1–11. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00997-x>.
59. Hui K P Y, Ho J C W, Cheung M, et al. SARS-CoV-2 Omicron variant replication in human bronchus and lung ex vivo. *Nature* 2022;603:715–20. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04479-6>.

60. Brigadói G, Demarin G C, Boracchini R u dr. Comparison between the Viral Illness Caused by SARS-CoV-2, Influenza Virus, Respiratory Syncytial Virus and Other Respiratory Viruses in Pediatrics. *Viruses* 2024;16:199. <https://doi.org/10.3390/v16020199>.

## References

- Troeger C, Forouzanfar M, Rao PC, et al. Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of lower respiratory tract infections in 195 countries: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet Infectious Diseases* 2017;17:1133–61. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30396-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30396-1).
- Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. State Report «On the State of the Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population in the Russian Federation in 2020.» (In Russ.). Available in: [https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/5fa/gd-seb\\_02.06\\_s-podpisu\\_.pdf](https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/5fa/gd-seb_02.06_s-podpisu_.pdf) (accessed December 24, 2024).
- World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 51 n.d. Available in: <https://www.who.int/docs/default-source/coronavirus/situation-reports/20200311-sitrept-51-covid-19.pdf> (accessed January 24, 2025).
- Chow EJ, Uyeki TM, Chu HY. The effects of the COVID-19 pandemic on community respiratory virus activity. *Nat Rev Microbiol* 2023;21:195–210. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00807-9>.
- Poole S, Brendish NJ, Clark TW. SARS-CoV-2 has displaced other seasonal respiratory viruses: Results from a prospective cohort study. *Journal of Infection* 2020;81:966–72. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.11.010>.
- Yakovlev AS, Belyaletdinova IK, Mazankova LN, et al. SARS-CoV-2 infection in children in Moscow in 2020: clinical features and impact on circulation of other respiratory viruses: SARS-CoV-2 infection in children in Moscow in 2020. *International Journal of Infectious Diseases* 2022;116:331–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.12.358>.
- Docherty AB, Harrison EM, Green CA, et al. Features of 20 133 UK patients in hospital with covid-19 using the ISARIC WHO Clinical Characterisation Protocol: prospective observational cohort study. *BMJ* 2020;369:m1985. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1985>.
- Castagnoli R, Votto M, Licari A, et al. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Infection in Children and Adolescents: A Systematic Review. *JAMA Pediatrics* 2020;174:882–9. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.1467>.
- Markov P V, Ghafari M, Beer M, et al. The evolution of SARS-CoV-2. *Nat Rev Microbiol* 2023;21:361–79. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00878-2>.
- Groves H E, Piché-Renaud P-P, Peci A, et al. The impact of the COVID-19 pandemic on influenza, respiratory syncytial virus, and other seasonal respiratory virus circulation in Canada: A population-based study. *Lancet Reg Health Am* 2021;1:100015. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.100015>.
- Liu X, Peng Y, Chen Z, et al. Impact of non-pharmaceutical interventions during COVID-19 on future influenza trends in Mainland China. *BMC Infectious Diseases* 2023;23:632. <https://doi.org/10.1186/s12879-023-08594-1>.
- Piret J, Boivin G. Viral Interference between Respiratory Viruses. *Emerg Infect Dis* 2022;28:273–81. <https://doi.org/10.3201/eid2802.211727>.
- Kurskaya O G, Prokopyeva EA, Sobolev I A, et al. Changes in the Etiology of Acute Respiratory Infections among Children in Novosibirsk, Russia, between 2019 and 2022: The Impact of the SARS-CoV-2 Virus. *Viruses* 2023;15:934. <https://doi.org/10.3390/v15040934>.
- Gushchin V A, Dolzhikova I V, Shchetinin A M, et al. Neutralizing Activity of Serum from Sputnik V-Vaccinated People against Variants of Concern (VOC: B.1.1.7, B.1.351, P.1, B.1.617.2, B.1.617.3) and Moscow Endemic SARS-CoV-2 Variants. *Vaccines* 2021;9:779. <https://doi.org/10.3390/vaccines9070779>.
- Akimkin V G, Popova A Y, Pliskireva A A, et al. COVID-19: the evolution of the pandemic in Russia. Report I: manifestations of the COVID-19 epidemic process. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology.* - 2022. - Vol. 99. - N. 3. - P. 269–286. (In Russ.) doi: 10.36233/0372-9311-276
- Olsen S J, Azziz-Baumgartner E, Budd A P, et al. Decreased Influenza Activity During the COVID-19 Pandemic - United States, Australia, Chile, and South Africa, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2020;69:1305–9. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6937a6>.
- Abu-Raya B, Viñeta Paramo M, Reicherz F, et al. Why has the epidemiology of RSV changed during the COVID-19 pandemic? *EClinicalMedicine* 2023;61:102089. <https://doi.org/10.1016/j.eclim.2023.102089>.
- Wagatsuma K, Koolhof I S, Shobugawa Y, et al. Decreased human respiratory syncytial virus activity during the COVID-19 pandemic in Japan: an ecological time-series analysis. *BMC Infect Dis* 2021;21:734. <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06461-5>.
- Arellanos-Soto D, Padilla-Rivas G, Ramos-Jimenez J, et al. Decline in influenza cases in Mexico after the implementation of public health measures for COVID-19. *Sci Rep* 2021;11:10730. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90329-w>.
- Park K Y, Seo S, Han J, et al. Respiratory virus surveillance in Canada during the COVID-19 pandemic: An epidemiological analysis of the effectiveness of pandemic-related public health measures in reducing seasonal respiratory viruses test positivity. *PLoS One* 2021;16:e0253451. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253451>.
- Meningher T, Hindiyeh M, Regev L, et al. Relationships between A(H1N1)pdm09 influenza infection and infections with other respiratory viruses. *Influenza Other Respir Viruses* 2014;8:422–30. <https://doi.org/10.1111/irv.12249>.
- Lansbury L, Lim B, Baskaran V, et al. Co-infections in people with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *J Infect* 2020;81:266–75. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.05.046>.
- Avdeeva M G, Kulbuzheva M I, Zотов S V, et al. Microbial landscape in hospital patients with new coronavirus disease (COVID-19), antibiotic resistance comparison vs. Pre-covid stage: a prospective study. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2021;28(5):14–28. (In Russ.) <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-5-14-28>
- Brueggemann A B, Jansen van Rensburg M J, Shaw D, et al. Changes in the incidence of invasive disease due to *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, and *Neisseria meningitidis* during the COVID-19 pandemic in 26 countries and territories in the Invasive Respiratory Infection Surveillance Initiative: a prospective analysis of surveillance data. *Lancet Digit Health* 2021;3:e360–70. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00077-7](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00077-7).
- Almeida T, Guimarães J T, Rebelo S. Epidemiological Changes in Respiratory Viral Infections in Children: The Influence of the COVID-19 Pandemic. *Viruses* 2023;15:1880. <https://doi.org/10.3390/v15091880>.
- Westbrook A, Wang T, Bhakta K, et al. Respiratory Coinfections in Children With SARS-CoV-2. *The Pediatric Infectious Disease Journal* 2023;42:774. <https://doi.org/10.1097/INF.0000000000003981>.
- Choudhary R, Webber B J, Womack L S, et al. Factors Associated With Severe Illness in Patients Aged <21 Years Hospitalized for COVID-19. *Hosp Pediatr* 2022;12:760–83. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2022-006613>.
- Zeng Z, Guan W, Liu Y, et al. Different Circulation Pattern of Multiple Respiratory Viruses in Southern China During the COVID-19 Pandemic. *Front Microbiol* 2022;12:801946. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.801946>.
- Lurley S F, Richens N, Lees E, et al. Changes in paediatric respiratory infections at a UK teaching hospital 2016–2021; impact of the SARS-CoV-2 pandemic. *J Infect* 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2021.10.022>.
- CDC. 2021–2022 Season. Influenza (Flu) 2024. Available in: <https://www.cdc.gov/flu/season/2021-2022.html> (accessed December 24, 2024).
- Bancej C, Rahal A, Lee L, et al. National FluWatch mid-season report, 2021–2022: Sporadic influenza activity returns. *Can Commun Dis Rep* 2022;48:39–45. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v48i01a06>.
- White E B, O'Halloran A, Sundaresan D, et al. High Influenza Incidence and Disease Severity Among Children and Adolescents Aged <18 Years – United States, 2022–23 Season. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2023;72:1108–14. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7241a2>.
- El-Heneidy A, Ware R S, Robson J M, et al. Respiratory virus detection during the COVID-19 pandemic in Queensland, Australia. *Aust N Z J Public Health* 2022;46:10–5. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.13168>.
- Leung N H, Chu D K, Shiu E Y, et al. Respiratory Virus Shedding in Exhaled Breath and Efficacy of Face Masks. *Nat Med* 2020;26:676–80. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0843-2>.
- Park S, Michelow I C, Choe Y J. Shifting patterns of respiratory virus activity following social distancing measures for COVID-19 in South Korea. *J Infect Dis* 2021;jiab231. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiab231>.
- Yakovlev A S, Afanasev V V, Alekseenko S I, et al. Prevalence and Clinical Impact of Viral and Bacterial Coinfections in Hospitalized Children and Adolescents Aged under 18 Years with COVID-19 during the Omicron Wave in Russia. *Viruses* 2024;16:1180. <https://doi.org/10.3390/v16081180>.
- Weidmann M D, Green D A, Berry G J, et al. Assessing respiratory viral exclusion and affinity interactions through co-infection incidence in a pediatric population during the 2022 resurgence of influenza and RSV. *Front Cell Infect Microbiol* 2023;13:1208235. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1208235>.
- Wu A, Mihaylova V T, Landry M L, et al. Interference between rhinovirus and influenza A virus: a clinical data analysis and experimental infection study. *Lancet Microbe* 2020;1:e254–62. [https://doi.org/10.1016/s2666-5247\(20\)30114-2](https://doi.org/10.1016/s2666-5247(20)30114-2).
- Pinky L, Dobrovolny H M. Coinfections of the Respiratory Tract: Viral Competition for Resources. *PLoS ONE* 2016;11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155589>.
- Dee K, Schultz V, Haney J, et al. Influenza A and Respiratory Syncytial Virus Trigger a Cellular Response That Blocks Severe Acute Respiratory Syndrome Virus 2 Infection in the Respiratory Tract. *The Journal of Infectious Diseases* 2023;227:1396–406. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiac494>.
- Nickbakhsh S, Mair C, Matthews L, et al. Virus–virus interactions impact the population dynamics of influenza and the common cold. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2019;116:27142–50. <https://doi.org/10.1073/pnas.1911083116>.
- Massey B W, Jayathilake K, Meltzer H Y. Respiratory Microbial Co-infection With SARS-CoV-2. *Front Microbiol* 2020;11:2079. <https://doi.org/10.3389/fmcb.2020.02079>.
- Kanji J N, Zelyas N, Pabbareku J, et al. Respiratory virus coinfections with severe acute respiratory coronavirus virus 2 (SARS-CoV-2) continue to be rare one year into the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic in Alberta, Canada (June 2020–May 2021). *Infect Control Hosp Epidemiol* n.d.:1–4. <https://doi.org/10.1017/ice.2021.495>.
- Uhteg K, Amadi A, Forman M, et al. Circulation of Non-SARS-CoV-2 Respiratory Pathogens and Coinfection with SARS-CoV-2 Amid the COVID-19 Pandemic. *Open Forum Infect Dis* 2021;9:ofab618. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofab618>.



Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. Том 24, № 5/Epidemiology and Vaccinal Prevention. Vol. 24, No 5

45. Malveste Ito C R, Moreira A L E, da Silva P A N, et al. *Viral Coinfection of Children Hospitalized with Severe Acute Respiratory Infections during COVID-19 Pandemic*. *Biomedicines* 2023;11:1402. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11051402>.
46. Tannis A, Englund J A, Perez A, et al. *SARS-CoV-2 Epidemiology and COVID-19 mRNA Vaccine Effectiveness Among Infants and Children Aged 6 Months–4 Years — New Vaccine Surveillance Network, United States, July 2022–September 2023*. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2023;72:1300–6. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7248a2>.
47. UKHSA. *Surveillance of influenza and other seasonal respiratory viruses in the UK, winter 2022 to 2023*. GOV.UK n.d. Available in: <https://www.gov.uk/government/statistics/annual-flu-reports/surveillance-of-influenza-and-other-seasonal-respiratory-viruses-in-the-uk-winter-2022-to-2023> (accessed February 6, 2025).
48. Bahl A, Mielke N, Johnson S, et al. *Severe COVID-19 outcomes in pediatrics: an observational cohort analysis comparing Alpha, Delta, and Omicron variants*. *Lancet Reg Health Am* 2022;18:100405. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100405>.
49. Popova A Y, Ezhlova E B, Melnikova A A, et al. *The seroprevalence of SARS-CoV-2 among residents of the Khabarovsk Krai during the COVID-19 epidemic // Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology*. - 2021. - Vol. 98. - N. 1. - P. 7-17. (In Russ.). doi: 10.36233/0372-9311-92
50. Popova A Yu, Ezhlova E B, Mel'nikova A A, et al. *Herd Immunity to SARS-CoV-2 among the Population in Saint-Petersburg during the COVID-19 Epidemic. Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2020;(3):124-130. (In Russ.) <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-124-130>
51. Hippich M, Holthaus L, Assfalg R, et al. *A Public Health Antibody Screening Indicates a 6-Fold Higher SARS-CoV-2 Exposure Rate than Reported Cases in Children*. *Med* 2021;2:149-163.e4. <https://doi.org/10.1016/j.medj.2020.10.003>.
52. Dondurey E A, Isankina L N, Afanasyeva O I, et al. *Characteristics of CoVID-19 in children: the first experience in the hospital of st. Petersburg*. *Journal Infectology*. 2020;12(3):56-63. (In Russ.) <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2020-12-3-56-63>
53. Stopryna L, Kowalik A, Stala J, et al. *The Age-Related Course of COVID-19 in Pediatric Patients—1405 Cases in a Single Center*. *Journal of Clinical Medicine* 2022;11:7347. <https://doi.org/10.3390/jcm11247347>.
54. Lai C-C, Wang C-Y, Hsueh P-R. *Co-infections among patients with COVID-19: The need for combination therapy with non-anti-SARS-CoV-2 agents?* *J Microbiol Immunol Infect* 2020;53:505–12. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2020.05.013>.
55. Steponavičienė A, Burokiene S, Ivaskaevičienė I, et al. *Influenza and Respiratory Syncytial Virus Infections in Pediatric Patients during the COVID-19 Pandemic: A Single-Center Experience*. *Children (Basel)* 2023;10:126. <https://doi.org/10.3390/children10010126>.
56. Xie J, Florin T A, Funk A L, et al. *Respiratory Viral Co-infection in SARS-CoV-2-Infected Children During the Early and Late Pandemic Periods*. *The Pediatric Infectious Disease Journal* n.d.:10.1097/INF.0000000000004623. <https://doi.org/10.1097/INF.0000000000004623>.
57. Agathis N T, Patel K, Milucky J, et al. *Codetections of Other Respiratory Viruses Among Children Hospitalized With COVID-19*. *Pediatrics* 2023;151:e2022059037. <https://doi.org/10.1542/peds.2022-059037>.
58. Fan Y, Li X, Zhang L, et al. *SARS-CoV-2 Omicron variant: recent progress and future perspectives*. *Sig Transduct Target Ther* 2022;7:1–11. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00997-x>.
59. Hui K P Y, Ho J C W, Cheung M, et al. *SARS-CoV-2 Omicron variant replication in human bronchus and lung ex vivo*. *Nature* 2022;603:715–20. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04479-6>.
60. Brigadoi G, Demarin G C, Boracchini R, et al. *Comparison between the Viral Illness Caused by SARS-CoV-2, Influenza Virus, Respiratory Syncytial Virus and Other Respiratory Viruses in Pediatrics*. *Viruses* 2024;16:199. <https://doi.org/10.3390/v16020199>. 06 авторах

## Об авторах

- **Александр Сергеевич Яковлев** – научный сотрудник, ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов имени М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита). +7 (929) 668-74-88, alex-montreal@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0002-1833-6122>.
- **Галина Григорьевна Карганова** – заведующая лабораторией, ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов имени М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита). karganova@bk.ru. <https://orcid.org/0000-0002-8901-6206>.
- **Любовь Игоревна Козловская** – заведующая лабораторией, ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов имени М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита). lubov\_i\_k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3029-1035>.
- **Айдар Айратович Ишмухаметов** – генеральный директор, ФГАНУ «Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов имени М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита). ishmukhametov@chumakovs.su. <https://orcid.org/0000-0001-6130-4145>.

Поступила: 03.03.2025. Принята к печати: 13.08.2025.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

## Об авторах

- **Alexander S. Yakovlev** – Research fellow, Chumakov FSC R&D IPB RAS. +7 (929) 668-74-88, alex-montreal@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0002-1833-6122>.
- **Galina G. Karganova** – head of laboratory, Chumakov FSC R&D IPB RAS. karganova@bk.ru. <https://orcid.org/0000-0002-8901-6206>.
- **Liubov I. Kozlovskaya** – head of laboratory, Chumakov FSC R&D IPB RAS. lubov\_i\_k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3029-1035>.
- **Aydar A. Ishmukhametov** – general director, Chumakov FSC R&D IPB RAS. ishmukhametov@chumakovs.su. <https://orcid.org/0000-0001-6130-4145>.

Received: 03.03.2025. Accepted: 13.08.2025.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.

