

# ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И ТЕЧЕНИЕ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ФОНЕ ПАНДЕМИИ COVID-19. СООБЩЕНИЕ 2. РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ МЕЖДУ SARS-CoV-2 И ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ОСТРЫХ РЕСПИРАТОРНЫХ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ\*

Е.В. Боева<sup>1,2</sup>, Н.А. Беляков<sup>1,2</sup>, О.Е. Симакина<sup>2</sup>, Д.М. Даниленко<sup>3</sup>, Д.А. Лиознов<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГБУ НИИ гриппа им. А.А. Смородиной Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

**Резюме.** В настоящее время продолжает представлять особый интерес заболевание, вызванное новым корона-вирусом (COVID-19), и возможность в условиях сложившейся эпидемической ситуации сочетанного инфицирования SARS-CoV-2 и другими патогенами. В обзоре, основанном на анализе литературных и собственных материалов, изложены особенности взаимоотношений SARS-CoV-2 и возбудителей острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ). Особое внимание уделено сочетанному течению COVID-19 и гриппа, сравнительной характеристике тяжести клинической картины. Оценка эпидемической обстановки на фоне пандемии COVID-19 на территории зарубежных стран и Российской Федерации (РФ) позволила выявить наличие феномена интерференции SARS-CoV-2 с другими вирусными респираторными агентами, основанного на фактах резкого угнетения циркуляции вирусов гриппа, респираторно-синцитиального вируса (РСВ) и других возбудителей ОРВИ в период активного распространения пандемического коронавируса. Сопоставлены основные эпидемиологические показатели течения коронавирусной инфекции и оценен вклад различных возбудителей в этиологию ОРВИ в ходе развития второй волны COVID-19 в РФ. Отмечено, что снижение числа новых случаев в 11,4 и летальных исходов в 2,1 раза вследствие COVID-19 на 6 и 13 неделе 2022 г. происходило при неизменных показателях лабораторного обнаружения вируса гриппа (0,8%) и увеличении частоты выявления возбудителей других ОРВИ. Результаты наблюдений показали, что на фоне снижения заболеваемости COVID-19, не последовало увеличение доли диагностированных случаев инфекций, вызванных другими па-

\* Сообщение 1 опубликовано в № 4 журнала «Инфекция и иммунитет» за 2022 г.

#### Адрес для переписки:

Боева Екатерина Валериевна  
197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, 14,  
ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера.  
Тел.: 8 911 792–91-94.  
E-mail: kathrine.boeva@gmail.com

#### Contacts:

Ekaterina V. Boeva  
197101, Russian Federation, St. Petersburg, Mira str., 14,  
St. Petersburg Pasteur Institute.  
Phone: +7 911 792–91-94.  
E-mail: kathrine.boeva@gmail.com

#### Для цитирования:

Боева Е.В., Беляков Н.А., Симакина О.Е., Даниленко Д.М., Лиознов Д.А. Эпидемиология и течение инфекционных заболеваний на фоне пандемии COVID-19. Сообщение 2. Реализация интерференции между SARS-CoV-2 и возбудителями острых респираторных вирусных инфекций // Инфекция и иммунитет. 2022. Т. 12, № 6. С. 1029–1039. doi: 10.15789/2220-7619-EAC-1960

#### Citation:

Boeva E.V., Belyakov N.A., Simakina O.E., Danilenko D.M., Lioznov D.A. Epidemiology and course of infectious diseases during the Covid-19 pandemic. Report 2. Interference engaged between SARS-CoV-2 and acute respiratory viral infections // Russian Journal of Infection and Immunity = Infektsiya i immunitet, 2022, vol. 12, no. 6, pp. 1029–1039. doi: 10.15789/2220-7619-EAC-1960

тогенами, особенно гриппом. Полученные результаты подтверждают необходимость обеспечения эффективного эпидемиологического надзора и дополнительного применения методов идентификации возбудителей для мониторинга различных ОРВИ, которые могут существенно повлиять на подход к дифференциальной диагностике, на тактику ведения пациентов и принятие решения о надлежащих профилактических мерах.

**Ключевые слова:** COVID-19, SARS-CoV-2, острые респираторные вирусные инфекции, вирус гриппа, эпидемиология, синдемия, интерференция.

## EPIDEMIOLOGY AND COURSE OF INFECTIOUS DISEASES DURING THE COVID-19 PANDEMIC. REPORT 2. INTERFERENCE ENGAGED BETWEEN SARS-CoV-2 AND ACUTE RESPIRATORY VIRAL INFECTIONS

E.V. Boeva<sup>a,b</sup>, Belyakov N.A.<sup>a,b</sup>, Simakina O.E.<sup>b</sup>, Danilenko D.M.<sup>c</sup>, Lioznov D.A.<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>b</sup> St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>c</sup> Smorodintsev Research Institute of Influenza, St. Petersburg, Russian Federation

**Abstract.** Currently, the disease caused by the new coronavirus (COVID-19) and the possibility of co-infection with SARS-CoV-2 and other pathogens in the current epidemic situation continues to be of particular interest. The review, based on the analysis of literature and own materials, outlines the features of the relationship between SARS-CoV-2 and pathogens of acute respiratory viral infections (ARVI). Particular attention is paid to the combined course of COVID-19 and influenza, a comparative characteristic of the severity of the clinical picture. An assessment of the epidemic situation against the backdrop of the COVID-19 pandemic in foreign countries and the Russian Federation (RF) revealed the presence of the phenomenon of SARS-CoV-2 interference with other viral respiratory agents, based on the facts of a sharp suppression of the circulation of influenza viruses, respiratory syncytial virus (RSV) and other ARVI pathogens during the period of active spread of pandemic coronavirus. The main epidemiological indicators of the course of coronavirus infection were compared and the contribution of various pathogens to the etiology of acute respiratory viral infections during the development of the second wave of COVID-19 in the RF was assessed. It was noted that the decrease in the number of new cases by 11.4 and deaths by 2.1 times due to COVID-19 at 6 and 13 weeks in 2022 occurred with unchanged laboratory detection of the influenza virus (0.8%) and an increase in the frequency detection of pathogens of other SARS. The results of observations showed that against the background of a decrease in the incidence of COVID-19, there was no increase in the proportion of diagnosed cases of infections caused by other pathogens, especially influenza. The results obtained confirm the need to ensure effective epidemiological surveillance and additional application of pathogen identification methods for monitoring various ARVI, which can significantly affect the approach to differential diagnosis, patient management tactics and the decision on appropriate preventive measures.

**Key words:** COVID-19, SARS-CoV-2, acute respiratory viral infections, influenza virus, epidemiology, syndemia, interference.

## Введение

Процессы синергии и интерференции среди микроорганизмов являются неотъемлемой частью их существования, предопределяющие приспособление и эволюцию возбудителей различных заболеваний [9]. Ранее были рассмотрены особенности взаимного влияния социально значимых и новой коронавирусной инфекций (COVID-19) [4]. В условиях сложившейся эпидемической ситуации продолжает представлять особый интерес возможность сочетанного течения заболеваний, обусловленных SARS-CoV-2 и другими респираторными вирусами, или, напротив, конкурентного контрсиндемического взаимодействия между ними. Понимание данных закономерностей способно существенно повлиять на подход к дифференциальной диагностике и определению тактики ведения пациентов [7, 10, 14, 17, 27].

## Оценка синергического взаимодействия вируса гриппа и SARS-CoV-2

За короткое время человечество пережило две пандемии: вируса гриппа А (H1N1) в 2009 г. и новой коронавирусной инфекции (COVID-19), которая продолжается по сей день. Оба возбудителя относятся к РНК-содержащим вирусам, однако, несмотря на схожесть клинической картины, каждый из них проявляет особую тропность к дыхательному эпителию и использует уникальные поверхностные белки для инфицирования клеток хозяина. Кроме того, существуют отличия в вирулентности данных инфекционных агентов, доступности лечения и возможностях их специфической иммунопрофилактики [1, 4].

Наличие разных клеточных мишеней не исключает возможности совместной циркуляции

SARS-CoV-2 и вируса гриппа, поэтому можно справедливо предположить, что они способны находиться в синергическом взаимодействии.

Считается, что пожилые люди и пациенты с сопутствующими заболеваниями (например, с патологиями сердечно-сосудистой и дыхательной систем) подвержены более высокому риску осложнений, связанных с COVID-19 или гриппом, а лица с ослабленным иммунитетом — более высокому риску тяжелого течения COVID-19 [30].

Существуют данные о том, что на конец 2020 г. половина случаев COVID-19 в г. Ухань была обусловлена сочетанным инфицированием вирусом гриппа [22]. Предполагается, что циркуляция вируса гриппа в течение недель, предшествовавших вспышке в Западной Европе, могла «скрыть» начало распространения SARS-CoV-2 внутри сообщества [19].

До сих пор ведутся дискуссии о различиях тяжести клинической картины при COVID-19 и гриппе. В 2021 г. в Германии был проведен анализ исходов госпитализации пациентов с COVID-19 и гриппом. В исследование было включено более 2 тыс. госпитализированных пациентов с COVID-19 и свыше 6 тыс. человек с гриппом. При обоих заболеваниях пациенты старше 49 лет составляли почти три четверти госпитальных случаев, а гипертензия, сахарный диабет, хроническая болезнь почек и хроническая обструктивная болезнь легких были наиболее распространенными сопутствующими заболеваниями. Общая внутрибольничная летальность была более чем в 2 раза выше при COVID-19 по сравнению с гриппом (14% против 6%). Полученные данные согласуются с результатами крупного французского исследования, где уровень внутрибольничной летальности составил 16,9% для COVID-19 и 5,8% для гриппа, а потребность в госпитализации в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) была выше у пациентов с COVID-19 (16,3%), чем у инфицированных гриппом (10,8%) [24].

Напротив, другие авторы полагали, что в показателе госпитальной летальности между больными тяжелой формой COVID-19 и пациентами с гриппом отсутствует существенная разница. У заболевших гриппом в тяжелой форме общее состояние здоровья до болезни и прогноз заболевания были хуже, чем у пациентов с COVID-19. Было отмечено, что развитие вторичной бактериальной инфекции, острой почечной недостаточности, повышение показателя прокальцитонина выше 2,0 нг/мл являлись независимыми факторами, отличавшими грипп от COVID-19. Стоит отметить, что в обоих исследованиях, авторы не указывали временной период набора материала, так как клиническая картина COVID-19 может претер-

певать метаморфозу в зависимости от штамма SARS-CoV-2. Также общая выборка во втором докладе значительно уступала по количеству пациентов и составляла 109 человек [18, 20].

## Интерференция между возбудителями ОРВИ и SARS-CoV-2

Существуют противоположные мнения о том, что пандемия COVID-19 в значительной степени повлияла на эпидемиологию вируса гриппа и респираторно-синцитиального вируса (РСВ) в сторону снижения их циркуляции. Данные систем респираторного надзора в Китае, Англии и США показали значительное снижение заболеваемости гриппом за последние пять лет в среднем на 92–99% в сезоне 2020–2021 гг. Для понимания причин произошедшего китайские ученые прибегли к созданию модели и установлению роли ограничительных мероприятий в профилактике ОРВИ. Результаты проведенного исследования показали, что ношение масок, в том числе недолгосрочное — в течении нескольких недель в пике подъема заболеваемости, — само по себе может существенно снизить активность гриппа. Этот положительный эффект усиливается в условиях организации кампании по вакцинопрофилактике. Тем временем вмешательство в миграционные процессы и мобильность населения в меньшей мере повлияли на частоту выявления вируса гриппа [6, 28].

Яркую тенденцию к снижению заболеваемости гриппом демонстрирует ретроспективное китайское исследование, в которые были включены пациенты, прошедшие тестирование на вирусы гриппа А и В с ноября 2017 г. по март 2021 г. Было проведено 14 902, 14 762, 25 070 и 1107 тестирований на вирусы гриппа А и В за четыре временных периода, при общем количестве положительных результатов 32,45, 35,77, 29,40 и 0,54% соответственно. За два периода четырех сезонов гриппа, с ноября по январь общее количество подтвержденных случаев гриппа составило 8530, 4980, 22 925, 868; с февраля по март это количество составило 6372, 9782, 2145, 239 (табл. 1) [22].

Общее количество тестов и процент положительных результатов значительно снизились с февраля/марта сезона 2019/2020, что совпало с началом COVID-19 (рис. 1).

Отметим, что данное исследование имело несколько ограничений. Во-первых, оно было ретроспективным, во-вторых, полученные данные анализировались на территории одного города, поэтому, возможно, преждевременно экстраполировать эти результаты на всю страну. Однако и другие публикации продемонстрировали аналогичные результаты. В своей работе

**Таблица 1. Соотношение проведенных ОТ-ПЦР тестирований на грипп А/В и положительных результатов в сезонах заболеваемости с 2017/2018 по 2020/2021 в Китае (г. Нинбо) [22]**

Table 1. A ratio between influenza A/B RT-PCR assays and positive samples in the years 2017/2018–2020/2021 in China (city of Ningbo) [22]

Показатели Parameter	2017/2018 n = 14 902	2018/2019 n = 14 762	2019/2020 n = 25 070	2020/2021 n = 1107	P
<b>Возраст/Age</b>	27,1±26,9	30,0±25,8	22,0±21,3	40,0±27,2	0,889
≤ 16 лет/≤ 16 years old	8038 (53,9%)	7913 (53,6%)	15 569 (62,1%)	325 (29,4%)	< 0,01
> 16 лет/> 16 years old	6864 (46,1%)	6849 (46,4%)	9501 (37,9%)	782 (70,6%)	
<b>Пол/Sex</b>					0,991
<b>Мужчины/Males</b>	7087 (47,6%)	6942 (47%)	12 312 (49,1%)	549 (49,6%)	
<b>Женщины/Females</b>	7815 (52,4%)	7820 (53%)	12 758 (50,9%)	558 (50,4%)	
<b>Количество образцов/Number of samples</b>					< 0,01
<b>Положительные/Positive</b>	4836 (32,5%)	5290 (35,8%)	7515 (30%)	6 (0,5%)	
<b>Отрицательные/Negative</b>	10 066 (67,6%)	9472 (64,2%)	17 555 (70%)	1101 (99,5%)	
<b>Вирусы гриппа/Influenza viruses</b>					< 0,01
<b>А</b>	7484	9977	12 729	650	
<b>Положительный результат/Positive result</b>	2630 (35,1%)	5006 (50,2%)	4159 (32,7%)	3 (0,5%)	
<b>В</b>	7418	4785	12 341	457	
<b>Положительный результат/Positive result</b>	2206 (29,7%)	274 (5,7%)	3212 (26%)	3 (0,7%)	

Stamm и соавт. отметили, что на фоне пандемии COVID-19 не только уменьшилось число новых случаев гриппа, но и РСВ. Такое снижение наблюдалось и в других странах [10, 28].

Ранее эпидемии гриппа и РСВ являлись причиной высокой заболеваемости и смертности за рубежом. В Западной Австралии сообщалось о снижении на 98–99% случаев выявления РСВ и гриппа в 2020 г. по сравнению с предыдущими зимними сезонами с 2012 по 2019 гг. Точно так же в Новом Южном Уэльсе количество выявленных случаев РСВ в период с апреля по июнь 2020 г. было на 94,3% ниже, чем прогнозировалось на основе сравнения с 2015–2019 гг. В Европе во время обычного подъема заболеваемости сезонными бронхолитами и гриппом в первые месяцы зимы наблюдалась аналогичная картина. Также неспецифические меры профилактики привели к снижению числа случаев госпитализации с РСВ и гриппом детей в Чили и Южной Африке. Полученные данные подчеркивают потенциальную недооценку роли взрослых в распространении вспышек РСВ и, возможно, других вирусных эпидемий [13, 29].

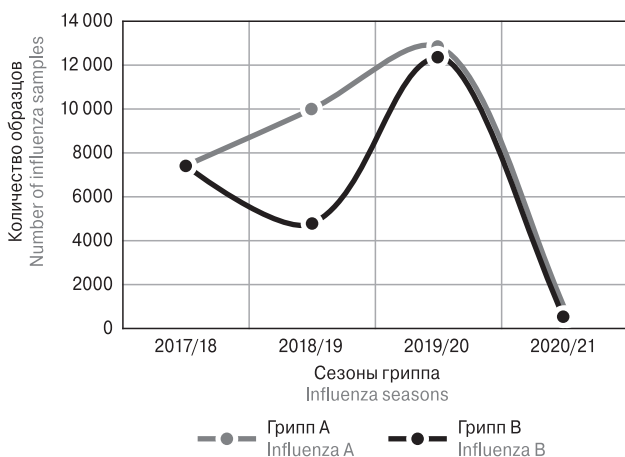
**Рисунок. Количество регистрируемых положительных образцов на вирус гриппа в Китае (г. Нинбо) с 2017/2018 по 2020/2021 сезоны [22]**

Figure. Number of influenza positive samples in the years 2017/2018–2020/2021 in China (city of Ningbo) [22]

лось о снижении на 98–99% случаев выявления РСВ и гриппа в 2020 г. по сравнению с предыдущими зимними сезонами с 2012 по 2019 гг. Точно так же в Новом Южном Уэльсе количество выявленных случаев РСВ в период с апреля по июнь 2020 г. было на 94,3% ниже, чем прогнозировалось на основе сравнения с 2015–2019 гг. В Европе во время обычного подъема заболеваемости сезонными бронхолитами и гриппом в первые месяцы зимы наблюдалась аналогичная картина. Также неспецифические меры профилактики привели к снижению числа случаев госпитализации с РСВ и гриппом детей в Чили и Южной Африке. Полученные данные подчеркивают потенциальную недооценку роли взрослых в распространении вспышек РСВ и, возможно, других вирусных эпидемий [13, 29].

### Течение сезонных эпидемий гриппа и ОРВИ в период пандемии COVID-19 в Российской Федерации

Реализация процесса интерференции четко прослежена на примере угнетения новым коронавирусом сезонных эпидемий гриппа и острых респираторных вирусных инфекций в течение двух лет в России, начиная с осени 2020 г. Проведем сравнение результатов ПЦР-диагностики в базовых лабораториях

двух НЦГ ВОЗ в РФ на 6 (пик заболеваемости COVID-19) и 13 неделе (спад заболеваемости COVID-19) 2022 г. В период спада заболеваемости COVID-19 частота диагностирования ОРВИ негриппозной этиологии (парагрипп, аденовирусная, респираторно-синцитиальная, коронавирусная, бокавирусная, метапневмовирусная и риновирусная инфекции) составила по результатам молекулярно-генетического анализа

10,2%, а по результатам ИФА (парагрипп, аденовирусная и респираторно-синцитиальная инфекции) — 14,6% (табл. 2, 3). В то же время в пик заболеваемости COVID-19 частота диагностирования негриппозных ОРВИ была существенно ниже и составила 4,0% по результатам ПЦР и 12,9% — методом ИФА (табл. 2) [3].

В табл. 3 сопоставлены эпидемиологические показатели течения COVID-19 (число новых

**Таблица 2. Результаты ПЦР-диагностики в базовых лабораториях двух НЦГ ВОЗ в РФ за 13 неделю 2022 г.**

Table 2. PCR diagnostic data obtained in the two WHO National Influenza Centres in Russian Federation on week 13, 2022

Возбудители ОРВИ ARVI pathogens	Число образцов/число положительных Number of samples/ number of positive samples	% положит. % positive
<b>Грипп (3722 протестированных образца)/Influenza (3722 tested samples)</b>		
Грипп А (не субт.)/Influenza A (no subtypes)	5	0,1
Грипп А(H1)pdm09/Influenza A(H1)pdm09	0	0,0
Грипп А(H3)/Influenza A(H3)	1	0,03
Грипп В/Influenza B	23	0,6
Весь грипп/Total Influenza-positive	29	0,8
<b>Другие ОРВИ (3584 протестированных образца)/Other ARVI (3584 tested samples)</b>		
Парагрипп/Parainfluenza	43	1,2
Аденовирус/Adenovirus	70	2,0
РС-вирус/RSV	40	1,1
Риновирус/Rhinovirus	133	3,7
Коронавирус/Coronavirus	54	1,5
Метапневмовирус/Metapneumovirus	15	0,4
Бокавирус/Bocavirus	10	0,3
Все ОРВИ/Total ARVI	365	10,2
<b>SARS-CoV-2 (15 560 протестированных образцов)/SARS-CoV-2 (15 560 tested samples)</b>	2997	19,3

**Таблица 3. Сопоставление количества новых выявленных случаев заболевания COVID-19, другими ОРВИ и смертей от COVID-19 в РФ**

Table 3. Comparing the number of newly detected cases of COVID-19, other acute respiratory viral infections and COVID-19-related death rate in the Russian Federation

Основные показатели Major parameters	6 неделя Week 6	13 неделя Week 13	19 неделя Week 19
Число лиц, заболевших COVID-19 (U07.1) за сутки Number of people with COVID-19 (U07.1) per day	203 767	17 949	5047
Число лиц, умерших от COVID-19 (U07.1) за сутки Number of people died from COVID-19 (U07.1) per day	729	342	99
COVID-19, %	67,2	19,3	11,3
ОРВИ, %/ARVI, %	4,0	10,2	15
Грипп, %/Influenza, %	0,8	0,8	1

**Таблица 4. Вклад различных возбудителей в этиологию ОРВИ в ходе развития второй волны COVID-19 в РФ**  
 Table 4. Prevalence of various pathogens in ARVI etiology during developing the second COVID-19 wave in the Russian Federation

Год Year	Неделя Week	Частота детекции вирусов Frequency of virus detection									
		Грипп типа А и В Influenza type A and B	Парагрипп Parainfluenza	Аденовирус Adenovirus	РСВ RSV	Риновирус Rhinovirus	Коронавирус Coronavirus	Метапневмовирус Metapneumovirus	Бокавирус Bocavirus	SARS-CoV-2	
2020	36	0,0	0,5	0,5	0,2	13,0	0,1	0,0	0,3	9,5	
	37	0,0	1,0	0,2	0,3	21,1	0,2	0,1	0,1	5,1	
	38	0,0	1,6	0,8	0,3	25,3	0,5	0,1	0,1	5,3	
	39	0,0	0,9	0,3	0,2	21,4	0,4	0,2	0,1	6,4	
	40	0,0	1,4	0,4	1,1	14,6	0,2	0,1	0,0	15,2	
	41	0,0	1,5	1,0	0,1	13,0	0,3	0,3	0,5	14,9	
	42	0,0	0,9	0,9	0,1	9,6	0,2	0,1	0,4	15,3	
	43	0,0	1,1	0,8	0,1	9,3	0,6	0,2	0,4	19,2	
	44	0,0	0,8	0,6	0,2	7,1	0,8	0,2	0,3	13,1	
	45	0,0	1,2	1,7	0,1	6,4	0,2	0,4	0,1	23,0	
	46	0,0	1,6	0,9	0,3	3,2	0,2	0,4	0,6	21,2	
	47	0,0	1,2	0,8	0,2	3,3	0,4	0,2	0,2	31,3	
	48	0,0	1,2	1,6	0,8	3,6	1,0	0,6	0,4	28,0	
49	0,0	1,1	1,4	0,5	4,0	0,6	0,4	0,9	27,7		
50	0,0	0,9	0,8	0,2	3,6	1,0	0,4	0,9	28,3		
51	0,0	0,8	1,1	0,4	3,5	1,4	1,0	0,4	28,6		
52	0,0	1,4	0,7	0,2	3,0	1,7	0,9	0,4	30,3		
53	0,0	1,3	0,8	0,4	3,7	2,3	1,0	0,8	28,6		
2021	1	0,2	1,1	0,7	0,1	2,4	0,9	0,4	0,3	31,1	
	2	0,1	1,8	1,4	0,1	2,8	2,1	1,0	0,7	28,5	
	3	0,0	2,6	1,3	0,2	2,8	2,2	1,0	0,7	24,9	
	4	0,0	2,4	1,1	0,1	3,5	2,7	1,3	0,6	26,6	
	5	0,1	1,7	1,1	0,2	5,5	3,1	1,7	1,3	21,8	
	6	0,1	1,4	1,4	0,2	5,2	3,5	3,0	0,7	19,8	
	7	0,1	1,5	1,1	0,5	5,4	4,9	2,9	1,1	15,4	
	8	0,2	1,8	1,3	0,2	5,6	5,4	3,7	1,3	17,2	
	9	0,3	2,3	1,4	0,4	5,8	4,6	4,0	1,1	17,2	

Год Year	Неделя Week	Частота детекции вирусов Frequency of virus detection									
		Грипп типа А и В Influenza type A and B	Парагрипп Parainfluenza	Аденовирус Adenovirus	РСВ RSV	Риновирус Rhinovirus	Коронавирус Coronavirus	Метапневмовирус Metapneumovirus	Бокавирус Bocavirus	SARS-CoV-2	
2021	10	0,1	2,3	1,2	0,4	4,4	4,7	3,5	1,1	14,8	
	11	0,0	2,5	1,1	0,5	6,6	5,7	5,6	1,2	13,7	
	12	0,0	2,0	2,0	1,1	6,0	5,0	6,4	1,1	10,0	
	13	0,0	2,5	1,5	0,5	5,7	5,3	5,2	1,7	13,3	
	14	0,0	3,7	1,8	1,0	6,7	4,8	6,1	1,9	8,7	
	15	0,0	5,0	1,6	1,1	7,6	4,1	5,1	1,6	11,7	
	16	0,0	6,5	2,8	1,1	6,4	3,8	4,2	1,4	9,6	
	17	0,0	4,5	1,6	1,1	5,3	2,1	3,1	1,1	13,4	
	18	0,0	3,8	2,1	1,2	6,5	2,4	2,2	1,0	17,7	
	19	0,0	7,5	1,7	0,4	5,8	1,5	2,3	1,2	17,0	
	20	0,0	5,8	1,1	0,8	6,7	1,6	1,3	0,9	14,2	

выявленных случаев и смертей) на фоне изменившейся картины выявленных методом ПЦР вирусов SARS-CoV-2, ОРВИ и гриппа на пике заболеваемости (превалирующий штамм омикрон) и снижения до минимальных значений на 6 и 13 неделях (12 февраля и 2 апреля 2022 г.).

Снижение числа новых случаев в 11,4 и летальных исходов в 2,1 раза вследствие COVID-19 происходило при неизменных показателях лабораторного обнаружения вируса гриппа (0,8%) и увеличении частоты выявления возбудителей других ОРВИ. Следует учесть, что на фоне снижения заболеваемости COVID-19, не последовало увеличение доли диагностированных случаев инфекций, вызванных другими патогенами, особенно гриппом (табл. 4) [5, 10, 14, 15].

В данном случае, как и на старте пандемии COVID-19 в 2020 г., потребовалось время на реализацию процесса интерференции и вытеснение конкурентов вновь пришедшим коронавирусом.

Можно предположить, что и во время предстоящего сезонного подъема заболеваемости гриппом он потеснит своих конкурентов, включая ослабленные штаммы SARS-CoV-2 на спаде заболеваемости. Загадкой является какими характеристиками контагиозности и патогенности будет обладать пришедший штамм гриппа и как изменившийся коллективный иммунитет населения страны под воздействием SARS-CoV-2 и вакцинопрофилактики отразится на клинических последствиях заболевания [5].

## Интерференция между патогенами как общебиологическая категория

В прошлом исследования, посвященные феномену интерференции в микромире, оказались недооцененными, но с приходом пандемии COVID-19 интерес к ним возобновился.

Рассмотрим возможность формирования процесса интерференции на примере SARS-CoV-2. Гетеротипичная конкуренция развивалась по мере эволюции и появления новых штаммов SARS-CoV-2. Не исключается, что этот процесс оказал влияние на волнообразный подъем заболеваемости и смену клинической картины COVID-19, а также на формирование коллективного иммунитета и поддержание высокой частоты новых случаев инфицирования при смене штаммов SARS-CoV-2 [21].

Гетерологичные и гомологичные виды интерференции прослежены на конкурентных отношениях между вирусами гриппа и SARS-CoV-2, когда в течение двух лет все выделяемые опасные штаммы SARS-CoV-2 (Альфа, от 18 декабря 2020 г.; Бета, от 18 декабря 2020 г.; Гамма, от 11 января 2021 г.; Дельта, от 4 апреля 2021 г.,

**Таблица 5. Уровни реализации интерференции вирусов [11, 12]**

Table 5. Levels of virus interference implementation [11, 12]

Уровни реализации интерференции Levels of interference implementation	Комментарии Comments
<b>Популяционный</b> Population	<b>Формирование пула ОРВИ как временного препятствия для интервенции нового вируса</b> Formation of ARVI pool as a temporary obstacle to interfere with a new virus
<b>Тканевой</b> Tissue	<b>Существование эпителиальных барьерных препятствий, включая сформированные интерфероны</b> Existing epithelial barriers, including interferon-developed layer
<b>Клеточный</b> Cellular	<b>Естественная мембранная защита клеток от суперинфекции</b> Natural cell membrane protection from superinfection
<b>Суперинфицирующая терапия</b> Superinfection therapy	<b>Использование в качестве биологического лекарства непатогенного для человека вируса</b> Used as a biological drug in a form of a virus non-pathogenic for humans
<b>Молекулярный внутриклеточный</b> Molecular intracellular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Мутации вирионов с формированием конкурентноспособного штамма</b></li> <li>• <b>Образование малых интерферирующих нуклеиновых кислот (миРНК)</b></li> <li>• <b>Формирование иных генетических механизмов, ингибирующих или потенцирующих репродукцию штаммов</b></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mutations of virions with the formation of a competitive strain</li> <li>• Formation of small interfering nucleic acids (siRNA)</li> <li>• Formation of other genetic mechanisms inhibiting or potentiating viral strain reproduction</li> </ul>
<b>Получение новых технологических соединений</b> Generating new technology compounds	<b>Действие опосредовано механизмами РНК-интерференции</b> Mediated by RNA interference mechanisms

Омикрон, от 24 ноября 2021 г.) тормозили сезонные эпидемии гриппа и ОРВИ.

Гипотетически интерференция может реализовываться разными механизмами на нескольких уровнях биологической организации — популяционном, тканевом, клеточном и молекулярно-генетическом (табл. 5) [16].

Популяционный уровень подразумевает, что пришедший в человеческую популяцию новый патоген взаимодействует местным штаммом, ранее заселявшим определенную биологическую среду [14].

Тканевой и клеточный уровни включают исходное противодействие новому конкурирующему штамму через ранее синтезированные интерфероны, иммуноглобулины и другие гуморальные и клеточные механизмы защиты от инфекции [16].

Молекулярные механизмы реализуются внутриклеточно путем ограничения возможности репродукции новых вирионов конкурирующего патогена (табл. 5) [11, 12].

## Заключение

Новые вирусы приходят в условиях заполнения всех биологических ниш представителями ранее сформированной микробиоты, что

открывает процессы конкуренции и симбиоза патогенов. Феномен интерференции был убедительно продемонстрирован на примере развития COVID-19 путем вытеснения сезонных ОРВИ и гриппа [2, 11].

Однако, картина сезонных заболеваний в 2022 г. еще сложно предсказуема, нельзя исключить приход высокопатогенных штаммов гриппа или других респираторных инфекций, что инициирует масштабное проведение вакцинальной кампании против гриппа. В случае совместной циркуляции вирусов SARS-CoV-2 и вируса гриппа в следующем сезоне возникнет потребность в активном применении быстрых диагностических тестов для обнаружения обоих возбудителей в момент обращения к медицинским работникам с целью правильного выбора тактики лечения, особенно в группах пациентов высокого риска тяжелого течения заболевания. Весьма вероятно, что после COVID-19 будут еще пандемии, вызванные другими коронавирусами, вирусами гриппа, парамиксовирусом или совершенно новым возбудителем [25, 26]. Появление новых пандемических вирусов может сопровождаться уменьшением или исчезновением циркулирующих сезонных респираторных штаммов. Процесс вытеснения ранее присутствовавших в популяции штаммов



укладывается в описанные выше механизмы интерференции [8]. COVID-19 быстро, в течение нескольких месяцев первого года пандемии внедрился в нишу, занятую другими респираторными вирусами. Ранее И.В. Киселевой и соавт. [8, 24] было высказано предположение о двух возможных сценариях развития событий: а) SARS-CoV-2 начнет вытеснять другие штаммы как более агрессивный вирус; б) виру-

сы будут сосуществовать совместно. Как показали исследования, эти две версии имеют право на существование. Учитывая неоднозначность эпидемической ситуации, не исключается возможность волнообразной интерференции патогенов, когда подавляющее воздействие SARS-CoV-2 на другие респираторные вирусы сменяется другим доминирующим патогеном по мере снижения активности коронавируса.

## Список литературы/References

1. Багненко С.Ф., Беляков Н.А., Рассохин В.В., Трофимова Т.Н., Самарина А.В., Симаненков В.И., Симбирцев А.С., Ястребова Е.Б., Боева Е.В., Лукина О.В., Строкова Л.А., Бакулина Н.В., Бакулин И.Г., Ковеленов А.Ю., Тотолян А.А. Начало эпидемии COVID-19. СПб.: Балтийский медицинский образовательный центр, 2020. 326 с. [Bagnenko S.F., Belyakov N.A., Rassokhin V.V., Trofimova T.N., Samarina A.V., Simanenkov V.I., Simbirtsev A.S., Yastrebova E.B., Bueva E.V., Lukina O.V., Strokoval L.A., Bakulina N.V., Bakulin I.G., Kovelenov A.Yu., Totolian A.A. The beginning of the COVID-19 epidemic. *St. Petersburg: Baltic Medical Educational Center, 2020. 326 p. (In Russ.)*]
2. Беляков Н.А., Багненко С.Ф., Рассохин В.В., Трофимова Т.Н., Колбин А.С., Лукина О.В., Симбирцев А.С., Трофимов В.И., Емельянов О.В., Кабанов М.Ю., Незнанов Н.Г., Рыбакова М.Г., Исаева Е.Р., Дидур М.Д., Тотолян А.А. Эволюция пандемии COVID-19. СПб.: Балтийский медицинский образовательный центр, 2021. 410 с. [Belyakov N.A., Bagnenko S.F., Rassokhin V.V., Trofimova T.N., Kolbin A.S., Lukina O.V., Simbirtsev A.S., Trofimov V.I., Emel'yanov O.V., Kabanov M.Yu., Neznanov N.G., Rybakova M.G., Isaeva E.R., Didur M.D., Totolian A.A. The evolution of the COVID-19 pandemic. *St. Petersburg: Baltic Medical Educational Center, 2021. 410 p. (In Russ.)*]
3. Беляков Н.А., Багненко С.Ф., Трофимова Т.Н., Рассохин В.В., Незнанов Н.Г., Тотолян А.А., Лобзин Ю.В., Дидур М.Д., Лиознов Д.А., Рыбакова М.Г., Колбин А.С., Харит С.М., Клишко Н.Н., Пантелеев А.М., Стома И.О., Ястребова Е.Б. Последствия пандемии COVID-19. СПб.: Балтийский медицинский образовательный центр, 2022. 464 с. [Belyakov N.A., Bagnenko S.F., Trofimova T.N., Rassokhin V.V., Neznanov N.G., Totolian A.A., Lobzin Yu.V., Didur M.D., Lioznov D.A., Rybakova M.G., Kolbin A.S., Kharit S.M., Klimko N.N., Panteleev A.M., Stoma I.O., Yastrebova E.B. Consequences of the COVID-19 pandemic. *St. Petersburg: Baltic Medical Educational Center, 2022. 464 p. (In Russ.)*]
4. Беляков Н.А., Боева Е.В., Загдын З.М., Эсауленко Е.В., Лиознов Д.А., Симакина О.Е. Эпидемиология и течение инфекционных заболеваний на фоне пандемии COVID-19. Сообщение 1. ВИЧ-инфекция, хронический гепатит С и туберкулез // Инфекция и иммунитет. 2022. Т. 12, № 4. С. 639–650. [Belyakov N.A., Bueva E.V., Zagdyn Z.M., Esaulenko E.V., Lioznov D.A., Simakina O.E. Epidemiology and course of infectious diseases during the COVID-19 pandemic. Report 1. HIV infection, hepatitis C and tuberculosis. *Infectsiya i immunitet = Russian Journal of Infection and Immunity, 2022, vol. 12, no. 4, pp. 639–650. (In Russ.)* doi: 10.15789/2220-7619-EAC-1958
5. Беляков Н.А., Боева Е.В., Симакина О.Е., Светличная Ю.С., Огурцова С.В., Серебрякова С.Л., Эсауленко Е.В., Загдын З.М., Язенко А.В., Лиознов Д.А., Стома И.О. Пандемия COVID-19 и ее влияние на течение других инфекций на Северо-Западе России // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии. 2022. Т. 14, № 1. С. 7–24. [Belyakov N.A., Bueva E.V., Simakina O.E., Svetlichnaya Yu.S., Ogurtsova S.V., Serebryakova S.L., Esaulenko E.V., Zagdyn Z.M., Yazenok A.V., Lioznov D.A., Stoma I.O. COVID-19 pandemic and its impact on other infections in Northwest Russia. *VICH-infektsiya i immunosupressii = HIV Infection and Immunosuppressive Disorders, 2022, vol. 14, no. 1, pp. 7–24. (In Russ.)* doi: 10.22328/2077-9828-2022-14-1-7-24
6. Гипаева Г.А. Профилактика COVID-19 и ее эффективность: обзор литературы // Наука и социум: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 2020. № XV. [Gipaeva G.A. Prevention of COVID-19 and its effectiveness: literature review. *Science and Society: proceedings Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, 2020, No. XV. (In Russ.)* URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/profilaktika-covid-19-i-ee-effektivnost-obzor-literatury> (22.05.2022)
7. Зверев В.В., Юминова Н.В. Вакцинопрофилактика вирусных инфекций от Э. Дженнера до настоящего времени // Вопросы вирусологии. 2012. № S1. С. 33–42. [Zverev V.V., Yuminova N.V. Vaccines. Prevention of viral infections from E. Jenner to date. *Voprosy virusologii = Problems of Virology, 2012, no. S1, pp. 33–42. (In Russ.)*]
8. Киселева И.В., Ларионова Н.В., Григорьева Е.П., Ксенафонтов А.Д., Аль Фаррух М., Руденко Л.Г. Особенности циркуляции респираторных вирусов в пред- и пандемические по гриппу и COVID-19 периоды // Инфекция и иммунитет. 2021, Т. 11, № 6. С. 1009–1019. [Kiseleva I.V., Larionova N.V., Grigorieva E.P., Ksenafontov A.D., Al Farroukh M., Rudenko L.G. Salient features of circulating respiratory viruses in the pre- and pandemic influenza and COVID-19 seasons. *Infectsiya i immunitet = Russian Journal of Infection and Immunity, 2021, vol. 11, no. 6, pp. 1009–1019. (In Russ.)* doi: 10.15789/2220-7619-SFO-1662
9. Ларин Ф.И., Жукова Л.И., Лебедев В.В., Рафеенко Г.К. Интерферирующее взаимодействие вирусов в регуляции эпидемического процесса // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2012. № 1. С. 25–29. [Larin F.I., Zhukova L.I., Lebedev V.V., Rafeyenko G.K. Interference interaction of the viruses in the regulation of an epidemic process. *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni = Epidemiology and Infectious Diseases, 2012, no. 1, pp. 25–29. (In Russ.)*]
10. Михайлова Ю.В., Шальнова Е.Е. Интерференционные эффекты при проведении лабораторной диагностики на новую коронавирусную инфекцию COVID-19 // Лабораторная диагностика инфекционных заболеваний. 2020. № 1 (20). С. 58–61. [Mikhailova Yu.V., Shalnova E.E. Interference effects during laboratory diagnostics for a new coronavirus infection COVID-19. *Laboratornaya diagnostika infektsionnykh zabolovaniy = Laboratory Diagnostics of Infectious Diseases, 2020, no. 1 (20), pp. 58–61. (In Russ.)*]

11. Пашков Е.А., Корчевая Е.Р., Файзулов Е.Б., Свитич О.А., Пашков Е.П., Нечаев Д.Н., Зверев В.В. Потенциал применения явления РНК-интерференции в терапии новой коронавирусной инфекции COVID-19 // Вопросы вирусологии. 2021. Т. 66, № 4. С. 241–251. [Pashkov E.A., Korchevaya E.R., Faizulov E.B., Svitich O.A., Pashkov E.P., Nechaev D.N., Zverev V.V. Potential of application of the RNA interference phenomenon in the treatment of new coronavirus infection COVID-19. *Voprosy virusologii = Problems of Virology*, 2021, vol. 66, no. 4, pp. 241–251. (In Russ.)] doi: 10.36233/0507-4088-61
12. Пашков Е.А., Файзулов Е.Б., Свитич О.А., Сергеев О.В., Зверев В.В. Перспектива создания специфических противогриппозных препаратов на основе синтетических малых интерферирующих РНК // Вопросы вирусологии. 2020. № 65 (4). С. 182–190. [Pashkov E.A., Faizulov E.B., Svitich O.A., Sergeev O.V., Zverev V.V. The prospect of creating specific anti-influenza drugs based on synthetic small interfering RNAs. *Voprosy virusologii = Problems of Virology*, 2020, no. 65 (4), pp. 182–190. (In Russ.)] doi: 10.36233/0507-4088-2020-65-4-182-190
13. Соломай Т.В., Семененко Т.А., Филатов Н.Н., Колбутова К.Б., Олейникова Д.Ю., Каражас Н.В. Роль детей и взрослых как резервуара возбудителей в период сезонного подъема заболеваемости инфекциями верхних дыхательных путей // Детские инфекции. 2020. № 19 (3). С. 5–11. [Solomay T.V., Semenenko T.A., Filatov N.N., Kolbutova K.B., Oleinikova D.Yu., Karazhas N.V. The role of children and adults as a reservoir of pathogens during the seasonal rise in the incidence of upper respiratory tract infections. *Detskie infektsii = Children Infections*, 2020, no. 19 (3), pp. 5–11. (In Russ.)] doi: 10.22627/2072-8107-2020-19-3-5-11
14. Соминина А.А., Даниленко Д.М., Столяров К.А., Карпова Л.С., Бакаев М.И., Леванюк Т.П., Бурцева Е.И., Лиознов Д.А. Интерференция SARS-CoV-2 с другими возбудителями респираторных вирусных инфекций в период пандемии // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2021. Т. 20, № 4. С. 28–39. [Sominina A.A., Danilenko D.M., Stolyarov K.A., Karпова L.S., Bakaev M.I., Levanyuk T.P., Burtseva E.I., Lioznov D.A. Interference of SARS-CoV-2 with other respiratory viral infections agents during pandemic. *Epidemiologiya i vaksino profilaktika = Epidemiology and Vaccinal Prevention*, 2021, vol. 20, no. 4, pp. 28–39. (In Russ.)] doi: 10.31631/2073-3046-2021-20-4-28-39
15. ФГБУ «НИИ гриппа имени А.А. Смородинцева» МЗ РФ. Еженедельный национальный бюллетень по гриппу и ОРВИ за 21 неделю 2022 года (23.05.22 – 29.05.22), ситуация в России. [Smorodintsev Research Institute of Influenza: Weekly national bulletin on influenza and SARS for the 21st week of 2022 (23.05.22–29.05.22), the situation in Russia. (In Russ.)] URL: [https://www.influenza.spb.ru/system/epidemic\\_situation/laboratory\\_diagnostics](https://www.influenza.spb.ru/system/epidemic_situation/laboratory_diagnostics) (30.05.2022)
16. Харченко Е.П. Коронавирус SARS-CoV-2: сложности патогенеза, поиски вакцин и будущие пандемии // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2020. Т. 19, № 3. С. 4–20. [Kharchenko E.P. The Coronavirus SARS-CoV-2: the complexity of infection pathogenesis, the search of vaccines and possible future pandemics. *Epidemiologiya i vaksino profilaktika = Epidemiology and Vaccinal Prevention*, 2020, vol. 19, no. 3, pp. 4–20. (In Russ.)] doi: 10.31631/2073-3046-2020-19-3-4-19
17. Da Costa V.G., Saivish M.V., Santos D.E.R., de Lima Silva R.F., Morelli M.L. Comparative epidemiology between the 2009 H1N1 influenza and COVID-19 pandemics. *J. Infect. Public Health*, 2020, no. 13 (12), pp. 1797–1804. doi: 10.1016/j.jiph.2020.09.023
18. Fröhlich G.M., De Kraker M.E.A., Abbas M., Keiser O., Thiabaud A., Roelens M., Cusini A., Flury D., Schreiber P.W., Buettcher M., Corti N., Vuichard-Gysin D., Troillet N., Sauter J., Gaudenz R., Damonti L., Balmelli C., Iten A., Widmer A., Harbarth S., Sommerstein R. Hospital outcomes of community-acquired COVID-19 versus influenza: Insights from the Swiss hospital-based surveillance of influenza and COVID-19. *Euro Surveill.*, 2022, vol. 27, no. 1: 2001848. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2022.27.1.2001848
19. Groves H.E., Papenburg J., Mehta K., Bettinger J.A., Sadarangani M., Halperin S.A., Morris S.K.; for members of the Canadian Immunization Monitoring Program Active (IMPACT). The effect of the COVID-19 pandemic on influenza-related hospitalization, intensive care admission and mortality in children in Canada: a population-based study. *Lancet Reg. Health Am.*, 2022, vol. 7: 100132. doi: 10.1016/j.lana.2021.100132.
20. Han S., Zhang T., Lyu Y., Lai S., Dai P., Zheng J., Yang W., Zhou X.H., Feng L. Influenza's plummeting during the COVID-19 pandemic: the roles of mask-wearing, mobility change, and SARS-CoV-2 interference. *Engineering (Beijing)*, 2022. doi: 10.1016/j.eng.2021.12.011
21. Khaitov M.R., Laza-Stanca V., Edwards M.R., Walton R.P., Rohde G., Contoli M., Papi A., Stanciu L.A., Kotenko S.V., Johnston S.L. Respiratory virus induction of alpha-, beta- and lambda-interferons in bronchial epithelial cells and peripheral blood mononuclear cells. *Allergy*, 2009, vol. 64, no. 3, pp. 375–386. doi: 10.1111/j.1398-9995.2008.01826.x
22. Lu Y., Wang Y., Shen C., Luo J., Yu W. Decreased incidence of influenza during the COVID-19 pandemic. *Int. J. Gen. Med.*, 2022, vol. 15, pp. 2957–2962. doi: 10.2147/IJGM.S343940
23. Ludwig M., Jacob J., Basedow F., Anderson F., Walker J. Clinical outcomes and characteristics of patients hospitalized for Influenza or COVID-19 in Germany. *Int. J. Infect. Dis.*, 2021, no. 103, pp. 316–322. doi: 10.1016/j.ijid.2020.11.204
24. Palese P., Wang T.T. Why do influenza virus subtypes die out? A hypothesis. *mBio*, 2011, vol. 2, no. 5: e00150-11. doi: 10.1128/mBio.00150-11
25. Petersen E., Koopmans M., Go U., Hamer D.H., Petrosillo N., Castelli F., Storgaard M., Al Khalili S., Simonsen L. Comparing SARS-CoV-2 with SARS-CoV and influenza pandemics. *Lancet Infect. Dis.*, 2020, vol. 20, no. 9, pp. 238–244 doi: 10.1016/S1473-3099(20)30484-9
26. Piret J., Boivin G. Viral interference between respiratory viruses. *Emerg. Infect. Dis.*, 2022, vol. 28, no. 2, pp. 273–281. doi: 10.3201/eid2802.211727
27. Piroth L., Cottenet J., Marie A.-S., Bonniaud P., Blot M., Tubert-Bitter P., Quantin C. Comparison of the characteristics, morbidity, and mortality of COVID-19 and seasonal influenza: a nationwide, population-based retrospective cohort study. *Lancet Respir. Med.*, 2021, vol. 9, no. 3, pp. 251–259. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30527-0
28. Stamm P., Sagoschen I., Wise K., Plachter B., Münzel T., Gori T., Vosseler M. Influenza and RSV incidence during COVID-19 pandemican observational study from in-hospital point-of-care testing. *Med. Microbiol. Immunol.*, 2021, vol. 210, no. 5–6, pp. 277–282. doi: 10.1007/s00430-021-00720-7

29. Yeoh D.K., Foley D.A., Minnie-Smith C.A., Martin A.C., Mace A.O., Sikazwe C.T., Le H., Levy A., Blyth C.C., Moore H.C. Impact of Coronavirus Disease 2019 public health measures on detections of influenza and respiratory syncytial virus in children during the 2020 Australian winter. *Clin. Infect. Dis.*, 2021, vol. 72, no. 12, pp. 2199–2202. doi: 10.1093/cid/ciaa1475
30. Yue H., Zhang M., Xing L., Wang K., Rao X., Liu H., Tian J., Zhou P., Deng Y., Shang J. The epidemiology and clinical characteristics of co-infection of SARS-CoV-2 and influenza viruses in patients during COVID-19 outbreak. *J. Med. Virol.*, 2020, vol. 92, pp. 2870–2873. doi: 10.1002/jmv.26163

---

**Авторы:**

**Боева Е.В.**, к.м.н., ассистент кафедры социально значимых инфекций ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия; врач-инфекционист, зав. отделением хронической вирусной инфекции Северо-Западного Окружного центра по профилактике и борьбе со СПИД ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

**Беляков Н.А.**, д.м.н., профессор, академик РАН, зав. кафедрой социально значимых инфекций ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия; главный научный сотрудник ФГБНУ Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия; руководитель Северо-Западного Окружного центра по профилактике и борьбе со СПИД ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

**Симакина О.Е.**, к.б.н., научный сотрудник лаборатории иммунологии и вирусологии ВИЧ-инфекции ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

**Даниленко Д.М.**, к.б.н., зам. директора по научной работе ФГБУ Научно-исследовательский институт гриппа имени А.А. Смородинцева МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия;

**Люзнов Д.А.**, д.м.н., зав. кафедрой инфекционных болезней и эпидемиологии ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия.

**Authors:**

**Boeva E.V.**, PhD (Medicine), Assistant Professor, Department of Socially Significant Infections, First Pavlov State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation; Infectious Disease Doctor, Head of Department of Chronic Viral Infection in North-West District Center for Prevention and Control of AIDS, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

**Belyakov N.A.**, PhD, MD (Medicine), Professor, RAS Full Member, Head of the Department of Socially Significant Infections, First Pavlov State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation; Chief Researcher of the Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russian Federation; Head of North-West District Center for Prevention and Control of AIDS, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

**Simakina O.E.**, PhD (Biology), Researcher, Laboratory of Immunology and Virology of HIV infection, St. Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation;

**Danilenko D.M.**, PhD (Biology), Deputy Director for Scientific Work, Smorodintsev Research Institute of Influenza, St. Petersburg, Russian Federation;

**Lioznov D.A.**, PhD, MD (Medicine), Head of the Department of Infectious Diseases and Epidemiology, First Pavlov State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation.

---

Поступила в редакцию 25.05.2022  
Отправлена на доработку 28.07.2022  
Принята к печати 20.08.2022

---

Received 25.05.2022  
Revision received 28.07.2022  
Accepted 20.08.2022