

ISSN 1814-6023 (Print)

ISSN 2524-2350 (Online)

УДК 616-036.22

<https://doi.org/10.29235/1814-6023-2025-22-2-144-158>

Поступила в редакцию 24.03.2024

Received 24.03.2024

**М. П. Костинов^{1,2}, И. А. Храпунова^{1,3}, Е. М. Воронин³, Е. Г. Симонова¹, С. Р. Раичич¹,
Чэнь Чжан¹, М. Н. Локтионова^{1,3}, А. В. Линок¹, А. С. Печеник⁴**

¹*Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова,
Москва, Российская Федерация*

²*Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток имени И. И. Мечникова,
Москва, Российская Федерация*

³*Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии, Москва, Российская Федерация*

⁴*Городская клиническая больница № 29 имени Н. Э. Баумана, Москва, Российская Федерация*

СООТНОШЕНИЕ ПОЛА И ВОЗРАСТА ГОСПИТАЛИЗИРОВАННЫХ И УМЕРШИХ ОТ COVID-19 ПАЦИЕНТОВ

Аннотация. Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 определяет актуальность проведения исследования гендерно-возрастной структуры госпитализированных и умерших среди населения.

Цель работы – выявление закономерностей эпидемического процесса COVID-19 в соответствии с гендерно-возрастными характеристиками госпитализированных взрослых и установление половозрастных групп, наиболее подверженных госпитализации и летальности от COVID-19.

Проведен анализ структуры госпитализированных и умерших от COVID-19 в разрезе их половозрастного состава. Использованы данные формы статистического учета Ф-60у/леч «Журнал учета инфекционных заболеваний» взрослых, госпитализированных в одну из городских клинических больниц г. Москвы в 2020–2021 гг. Обработка данных проведена с применением комплекса стандартных статистических методов. Для выявления истинных групп риска по госпитализации и летальности проведена статистическая коррекция половозрастного состава населения мегаполиса.

С использованием методики статистической коррекции половозрастного состава получены данные об истинных группах риска по госпитализации и летальности среди населения г. Москвы на начальном этапе пандемии COVID-19. Установлено и обосновано, что основной группой риска госпитализации при заболевании COVID-19 являются молодые мужчины (средний возраст $39,0 \pm 5,0$ года). Для них вероятность госпитализации с COVID-19 в 1,5 раза выше, чем для молодых женщин. По частоте летальных исходов от COVID-19 в группу риска вошли мужчины среднего ($53,1 \pm 4,3$ лет) и пожилого ($68,3 \pm 4,5$ лет) возраста, для которых вероятность летального исхода выше в 3,3 и 2,2 раза соответственно, чем для женщин того же возраста, а также мужчины старческого возраста (75–90 лет), доля летальных случаев среди которых составила 57 %.

Полученные результаты исследования с применением методики статистической коррекции половозрастного состава в отдельно взятом регионе позволяют выявить истинные группы риска по госпитализации и летальности при COVID-19, дополняют и вносят новые знания в закономерности эпидемиологического анализа, что является важным компонентом эпидемиологического надзора для принятия управленческих решений по предотвращению распространения SARS-CoV-2 и планированию стационарной медицинской помощи установленным половозрастным группам риска.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, госпитализация, летальность, пол, возраст, группа риска, статистическая коррекция половозрастного состава

Для цитирования: Соотношение пола и возраста госпитализированных и умерших от COVID-19 пациентов / М. П. Костинов [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя медыцынскіх навук. – 2025. – Т. 22, № 2. – С. 144–158. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2025-22-2-144-158>

**Mikhail P. Kostinov^{1,2}, Isabella A. Khrapunova^{1,3}, Evgeny M. Voronin³, Elena G. Simonova^{1,2}, Stefan R. Raicic¹,
Zhang Chen¹, Marina N. Loktionova^{1,3}, Andrey V. Linok¹, Andrey S. Pechenik⁴**

¹*I. M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation*

²*I. I. Mechnikov Research Institute of Vaccines and Sera, Moscow, Russian Federation*

³*Central Research Institute of Epidemiology, Moscow, Russian Federation*

⁴*N. E. Bauman State Clinical Hospital No. 29, Moscow, Russian Federation*

GENDER AND AGE RATIO IN PATIENTS HOSPITALIZED AND DECEASED FROM COVID-19

Abstract. The COVID-19 pandemic determines the relevance of conducting a study of the gender and age structure in hospitalized and deceased patients. The purpose of the study is to identify the patterns of the COVID-19 epidemic process in connection with the gender and age characteristics of hospitalized adults and to identify the gender and age groups which most susceptible to hospitalization and mortality from COVID-19.

An analysis of the structure of hospitalized and deceased from COVID-19 by gender and age was carried out. Data from statistical registration forms of adults hospitalized in one of the city clinical hospitals in Moscow in 2020–2021 were used. Data processing was carried out using a set of standard statistical methods. To identify risk groups for hospitalization and mortality, statistical correction of the population composition by gender and age was used.

Data on risk groups for hospitalization and mortality among the population of Moscow at the early stage of the COVID-19 pandemic were obtained. It has been established that the risk group for hospitalization with COVID-19 is young men (average age 39.0 ± 5.0 years). They are 1.5 times more likely to be hospitalized with COVID-19 than younger women. According to COVID-19 mortality rate, the risk group is middle-aged (53.1 ± 4.3 years) and elderly (68.3 ± 4.5 years) men, for whom the mortality risk is higher than in women of the same age (3.3 and 2.2 times, respectively). Also at risk for mortality are men of age of 75–90 years, the mortality rate among them was 57 %.

The results of the study allow to identify true risk groups for hospitalization and mortality due to COVID-19, complement new knowledge into the patterns of epidemiological analysis, which is an important component of epidemiological surveillance for making management decisions to the spread prevention of SARS-CoV-2 spread prevention and planning for the provision of medical care for identified gender and age risk groups.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2, hospitalization, mortality, gender, age, risk group, statistical correction of age and gender composition

For citation: Kostinov M. P., Khrapunova I. A., Voronin E. M., Simonova E. G., Raicic S. R., Zhang Chen, Loktionova M. N., Linok A. V., Pechenik A. S. Gender and age ratio in patients hospitalized and deceased from COVID-19. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya medytsynskikh navuk* = *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*, 2025, vol. 22, no. 2, pp. 144–158 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2025-22-2-144-158>

Введение. Многочисленные эпидемиологические исследования показывают, что новая коронавирусная инфекция (COVID-19) ассоциирована с высокой частотой госпитализации, в том числе в отделения интенсивной терапии [1]. При этом уровень летальности от COVID-19 точно не установлен. По данным литературы, показатель летальности колеблется на уровне 3–6 %, однако, по мнению ряда исследователей, он может быть сильно занижен [2].

По данным статистики, самый высокий уровень заболеваемости в мире отмечен 19.01.2022 г., когда число заболевших в сутки составило более 4 млн человек. К июню 2022 г. число зарегистрированных случаев в мире составило 254 040 человек, т. е. заболеваемость снизилась в 16 раз. В России число заболевших COVID-19 достигло максимальных значений в феврале 2022 г. (более 200 тыс. человек). За 4 последующих месяца заболеваемость в стране снизилась более чем в 50 раз. В г. Москве максимальное количество заболевших в сутки было зафиксировано также в феврале 2022 г. – около 27 тыс. человек. Однако темпы снижения заболеваемости здесь были еще интенсивнее [3].

Окончание пандемии – результат совместных усилий ученых, правительств и органов здравоохранения стран всего мира, которые ввели карантинные мероприятия, разработали в короткие сроки вакцины и сумели организовать адекватную вакцинацию населения [4–7]. Настало время подведения итогов сложившейся чрезвычайной эпидемической ситуации, унесшей миллионы жизней. Для предотвращения тяжелого человеческого, экономического и социального ущерба, который принесла пандемия, необходимо проведение всестороннего многофакторного ретроспективного эпидемиологического анализа, который позволит оценить положительные и отрицательные моменты завершающейся пандемии, сделать объективные выводы и предложить более эффективные, возможно, неординарные решения с целью снижения последствий подобных явлений в будущем. При этом одним из наиболее очевидных вопросов при проведении данного анализа является вопрос о наличии и характере связи показателей заболеваемости и летальности с полом и возрастом.

В опубликованных зарубежных исследованиях [8–12] прослеживается определенное влияние гендерно-возрастных характеристик на показатели госпитализации и летальности от COVID-19. Так, исследователи отмечают, что пожилые мужчины и лица с сопутствующими заболеваниями подвергаются более высокому риску неблагоприятных клинических исходов, включая смертность. Вероятность заражения SARS-CoV-2 зависит от возрастной категории и пола. Показано, у женщин до 35 лет более высокие шансы инфицирования, чем у мужчин той же возрастной группы, но по мере увеличения возраста уровень госпитализации мужчин увеличивается [10, 13]. Показатель летальности у мужчин в пожилом возрасте выше, чем у женщин, но ниже, чем у мужчин молодого возраста [14]. По данным Европейского центра профилактики и контроля заболеваний [11], в скандинавском регионе (за исключением Исландии) среди госпитализированных

пациентов 72 % составляли мужчины. В целом по региону (за исключением Финляндии) более высокая доля смертей (54,7 %) приходилась на мужчин. В Финляндии процент смертей у женщин и мужчин был примерно одинаковым. Проведенные систематические обзоры и метаанализы [12, 15] также демонстрируют более высокий риск тяжелого течения инфекции и высокой летальности у мужчин по сравнению с женщинами. Вместе с тем не все исследования указывают на данную зависимость. Так, в работе V. Quaresima с соавт. [16] были проанализированы показатели госпитализации и летальности пациентов, заболевших COVID-19, в зависимости от пола и возраста на примере 367 женщин и 633 мужчин в провинции Брешиа (северная Италия). Результаты показали, что на момент госпитализации средний возраст женщин и мужчин был одинаковым, не было различий между полами и по общему уровню смертности, но умершие женщины были старше. Авторами был сделан вывод, что риск смерти для госпитализированных женщин и мужчин был одинаковым.

В обсервационном исследовании причин смертности во время пандемии COVID-19 в Индии [17] возраст был определен как основной предиктор смерти, хотя в этом отношении COVID-19 принципиально не отличается от большинства других инфекционных болезней. Также у мужчин была зафиксирована значительно более высокая летальность после первой недели госпитализации.

При анализе гендерно-возрастного состава госпитализированных и умерших от COVID-19 в г. Москве с марта 2020 г. по март 2022 г. [18] получены данные, свидетельствующие о том, что возрастная структура госпитализированных существенно менялась в зависимости от периода эпидемии. Однако в целом за весь период наблюдения медианный возраст госпитализированных составил 53 года. По данным авторов, в возрасте до 35 лет количество госпитализированных мужчин и женщин было примерно одинаковым, в возрасте от 36 до 54 лет мужчины госпитализировались несколько чаще, а в возрасте 55 лет и старше преобладали женщины. Авторы предположили, что увеличение доли женщин старше 55 лет среди госпитализированных может быть связано с преобладанием женщин старшего возраста в структуре населения.

Анализ данных почти 275 тыс. заболевших COVID-19 с марта 2020 г. по апрель 2021 г. в г. Санкт-Петербург [19] показал, что уровни заболеваемости мужчин и женщин на 100 тыс. населения в каждой возрастной группе достаточно равномерные, т. е. избирательность в гендерной структуре заболевших COVID-19 практически отсутствует.

Таким образом, из выводов ряда публикаций следует, что единой однозначно принятой позиции в определении половозрастных групп риска по госпитализации и летальности при заболевании COVID-19 на сегодня не существует. Оценки большинства исследователей сводятся к тому, что наиболее вероятными факторами риска летальных исходов являются такие характеристики, как пожилой возраст, мужской пол и сопутствующие заболевания.

Необходимо отметить, что во всех рассмотренных нами работах отсутствовал анализ гендерно-возрастных пропорций в популяции госпитализированных и умерших от COVID-19 пациентов как важных и значимых критериев.

В этой связи целью нашего исследования являлось выявление закономерностей эпидемического процесса COVID-19 в связи с гендерно-возрастными характеристиками госпитализированных взрослых и установление половозрастных групп, наиболее подверженных госпитализации и летальности от COVID-19. Ответы на эти вопросы могут помочь при принятии управленческих решений о проведении комплекса профилактических и противоэпидемических мероприятий при возникновении схожих эпидемических ситуаций в будущем.

Материалы и методы исследования. Исследование проведено в соответствии с планом научно-исследовательской работы кафедры эпидемиологии и современных методов вакцинации ИПО ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) «Эпидемиологические аспекты заболеваемости новой коронавирусной инфекцией (COVID-19) у привитых» совместно с научной группой математических методов и эпидемиологического прогнозирования ФБУН «ЦНИИ эпидемиологии» Роспотребнадзора и является ретроспективным нерандомизированным эпидемиологическим исследованием.

Данные для обработки получены из формы статистического учета Ф-60у/леч «Журнал учета инфекционных заболеваний» взрослых, госпитализированных в одну из городских клинических

больниц г. Москвы в 2020–2021 гг. Размер анализируемой выборки составил 5 629 госпитализированных в стационар с диагнозом COVID-19 за период 2020–2021 гг., из них женщин – 3 106 (55,2 %), мужчин – 2 523 (44,8 %). Исследуемая выборка была разделена на возрастные когорты (пациенты одного года рождения), возрастные группы (одна группа объединяла несколько возрастных когорт) в соответствии с классификацией ВОЗ (молодой возраст, средний возраст, пожилой возраст, старческий возраст и долголетие) и по гендерным признакам. Анализ заболеваемости и летальности проводился по гендерным отличиям в разных возрастных когортах и группах.

Для сравнительного анализа гендерной структуры госпитализированных и летальности среди них применена статистическая коррекция половозрастного состава (СКПВС) населения г. Москвы в зависимости от соотношения мужчин и женщин в возрастных когортах на основе данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [20]. Вычисленный безразмерный коэффициент СКПВС показывает, сколько женщин приходится на одного мужчину в каждой возрастной группе и когорте. Использование СКПВС по своему принципу близко к нормированию при определении показателя заболеваемости на 100 тыс. населения. Такой подход к анализу заболеваемости и летальности позволяет произвести расчеты частоты заболеваний и летальных исходов от COVID-19, исключая влияние гендерных диспропорций в изучаемых возрастных группах, и сформулировать более обоснованные выводы.

Данные по всем показателям были подготовлены для дальнейшего ретроспективного эпидемиологического анализа с помощью Python (пакет pandas) [21]. Для статистической обработки данных (построение графиков, кривых аппроксимации, определение коэффициентов детерминации (достоверность аппроксимации), определение процентных долей и др.) использовали пакет статистических программ Excel, для отражения меры разброса среднего показателя – стандартное отклонение. Доверительный интервал для пропорции по возрастам мужчин и женщин среди заболевших и в целом в популяции среди населения г. Москвы рассчитывали с помощью биномиального критерия. Различия в распределении категориальной переменной «мужчины/женщины» по возрастным группам исследовали, применяя критерий хи-квадрат. Для измерения силы связи использовали меру Крамера – V [22].

Исследование проводилось при добровольном информированном согласии пациентов. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) – выписка из протокола № 03-22 от 03.02.2022 и Этическим комитетом ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора (протокол № 3 от 27.03.2020).

Результаты и их обсуждение. Исходные данные для расчета распределения госпитализированных с COVID-19 пациентов по полу и возрасту и летальности среди них представлены в табл. 1.

Для более детального изучения госпитализированных с COVID-19 и летальности среди них изучаемая выборка, помимо классификации ВОЗ, была разделена на 83 возрастные когорты (в контексте данной статьи одна возрастная когорта состоит из людей одного года рождения), из которых 42 когорты приходятся на трудоспособный возраст (18–59 лет) и 41 – на пенсионный (60–100 лет).

Госпитализированные, исходные данные. Распределение госпитализированных в абсолютных значениях по возрасту в исходных данных представлено на рис. 1.

В возрастных группах молодого и среднего возраста не наблюдается нормального распределения, средний возраст в них ближе к правой границе возрастной группы ($39,0 \pm 5,0$ и $53,1 \pm 4,3$ года соответственно).

Абсолютное число госпитализированных с COVID-19 растет от минимальных значений в возрасте 18 лет до максимальных значений в возрасте 83 года. Линия тренда экстраполяции роста числа госпитализированных имеет форму прямой линии с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,8155$. В возрасте 84–100 лет число госпитализированных резко снижается. Наблюдаемое резкое уменьшение абсолютного числа заболевших в возрасте 75–79 лет связано не с какими-либо их возрастными или физиологическими особенностями, а с демографическим провалом в рождаемости в 1942–1946 гг. Небольшое количество госпитализированных в возрасте 90+ (всего 169 человек, или 3,0 %) пропорционально доле этого возраста в структуре населения г. Москвы – примерно 2,7 % [16].

Т а б л и ц а 1. Распределение госпитализированных с COVID-19 по гендерным и возрастным группам (исходные данные) и показатели летальности среди них

T a b l e 1. Distribution of hospitalized with COVID-19 by gender and age groups (initial data) and mortality rates among them

Показатель	Возрастная группа (по классификации ВОЗ), лет				
	Молодой возраст (18–44)	Средний возраст (45–59)	Пожилой возраст (60–74)	Старческий возраст (75–90)	Долголетие (91+)
Кол-во возрастных когорт	27	15	15	16	10
Среднеарифметическое значение возраста в каждой группе, лет	39,0 ± 5,0	53,1 ± 4,3	68,3 ± 4,5	83,1 ± 3,9	93,6 ± 2,7
Госпитализированные					
Общее число госпитализированных	618	1 140	2 041	1 661	169
Доля возрастной группы среди госпитализированных, %	11,0	20,3	36,2	29,5	3,0
Число госпитализированных в возрастной группе:					
мужчины	356	602	941	578	46
женщины	262	538	1 100	1 083	123
Доля госпитализированных в возрастной группе, %:					
мужчины	57,6	52,8	46,1	34,8	27,2
женщины	42,4	47,2	53,9	65,2	72,8
Летальность					
Число умерших среди госпитализированных	15	35	141	282	65
Доля возрастной группы среди всех умерших, %	2,8	6,5	26,2	52,4	12,1
Доля умерших в возрастной группе, %	2,4	3,1	6,9	17,0	38,5
Число умерших в возрастной группе:					
мужчины	7	26	85	115	14
женщины	8	9	56	167	51
Доля умерших в возрастной группе, %:					
мужчины	46,7	74,3	60,3	40,8	21,5
женщины	53,3	25,7	39,7	59,2	78,5

П р и м е ч а н и е. Здесь и далее возрастная группа «долголетие» (91+) включает возрастные когорты от 91 до 100 лет.



Рис. 1. Распределение госпитализированных с COVID-19 по возрасту в исходных данных

Fig. 1. Distribution of hospitalized with COVID-19 by age in the initial data

Данные о распределении госпитализированных в возрастных группах в долевых пропорциях в исходных данных представлены на рис. 2, а.

Группой риска с наибольшим абсолютным количеством госпитализированных являются люди пожилого возраста – 2 041 человек, или 36,2 %. Количество госпитализированных пациентов среднего, пожилого и старческого возраста составило 4 842 человека из всей изучаемой вы-

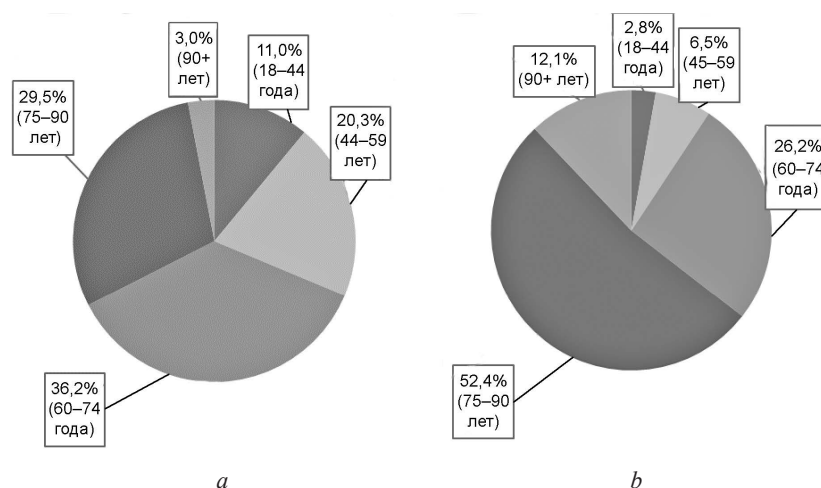


Рис. 2. Распределение госпитализированных (a) и умерших (b) в возрастных группах в исходных данных

Fig. 2. Distribution of hospitalized (a) and deceased (b) in age groups in the initial data

борки (5 629 человек), что соответствует 86,0 %. На молодой возраст пришлось 618 человек, или 11,0 %. Наименьшее количество госпитализированных зарегистрировано в группе «долголетие» – 169 человек, или 3,0%.

Распределение числа госпитализированных в зависимости от возраста, представленное на рис. 1, 2, демонстрирует, что по абсолютному числу случаев заболевания группой риска является возраст от 45 до 90 лет.

Результаты анализа исходных данных о гендерных долях (мужчины и женщины) госпитализированных с COVID-19 в зависимости от возраста (рис. 3, a) показали, что основной группой риска являются женщины в возрастных группах «старческий возраст» (75–90 лет) и «долголетие» (90+ лет), которые госпитализируются примерно в 1,9–2,7 раза чаще, чем мужчины (65,2 и 72,8 % соответственно). Менее выраженная, но значимая группа риска – мужчины молодого возраста (18–44 года). При госпитализации с COVID-19 они нуждаются в стационарной помощи примерно в 1,4 раза чаще, чем женщины того же возраста. Мужчины и женщины в группах «средний возраст» и «пожилой возраст» (45–59 и 60–74 лет соответственно) госпитализируются примерно с одинаковой частотой – около 50 %.

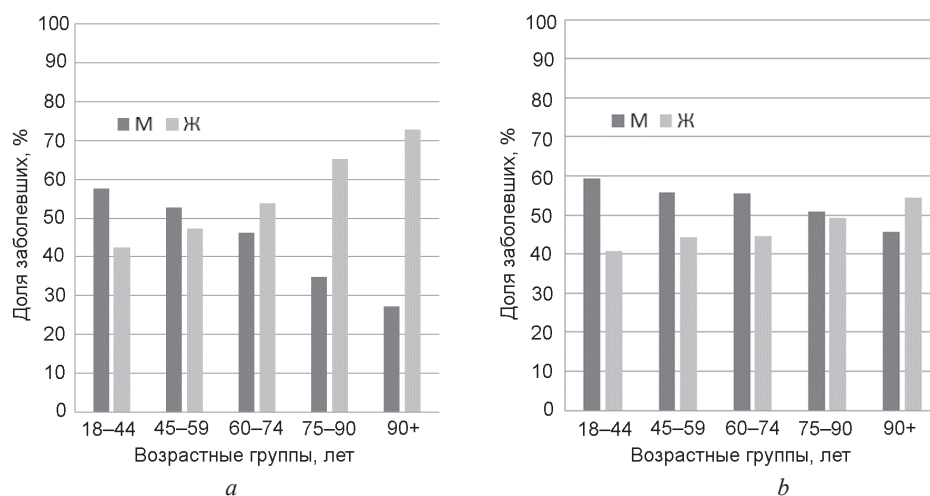


Рис. 3. Доли госпитализированных с COVID-19 мужчин и женщин в исходных (a) и расчетных данных с учетом СКПВС (b)

Fig. 3. Proportion of men and women hospitalized with COVID-19 in the initial (a) and calculated data, taking into account SCSAC (b)

Суммируя результаты анализа исходных данных госпитализации (рис. 1; 2, а; 3, а) можно сделать вывод, что основными группами риска по госпитализации в гендерно-возрастном аспекте являются женщины пожилой и старческой возрастных групп. Общее количество госпитализированных женщин в возрасте от 60 до 90 лет за рассматриваемый период составило 1 183 человека из 5 629 госпитализированных, или 38,8 %.

Летальность, исходные данные. Экстраполяционная кривая роста абсолютного числа летальных исходов от 18 до 83 лет (рис. 4) описывается полиномом третьей степени с высоким коэффициентом детерминации ($R^2 = 0,8111$). За все время изучения данных в 19 из 39 возрастных когортов среди пациентов в возрасте от 18 до 56 лет, госпитализированных с COVID-19, не зарегистрировано ни одного летального случая, а в остальных 20 когортах отмечались только единичные смертельные исходы. Доля летальных случаев для возраста от 18 до 56 лет (фактически – основные трудоспособные возраста) составила примерно 2,7 %.

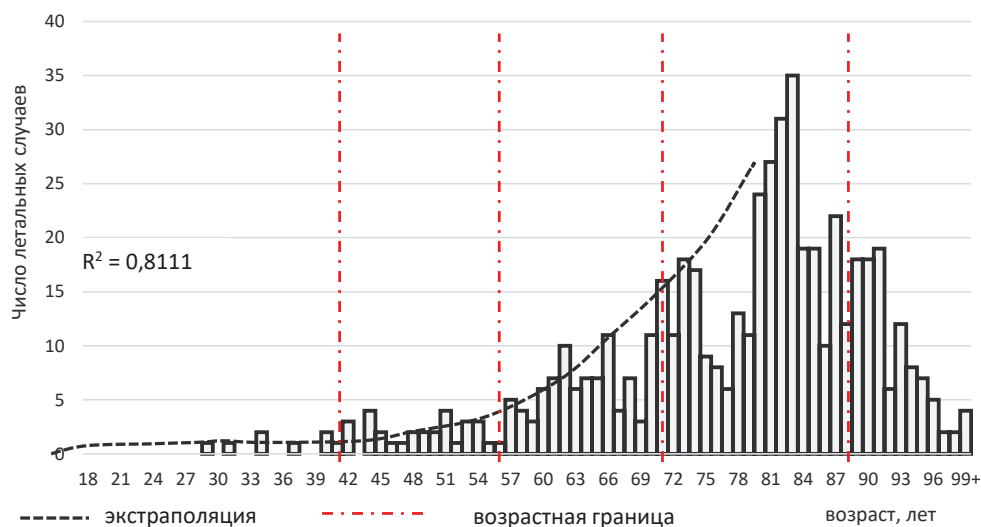


Рис. 4. Распределение умерших от COVID-19 по возрастным когортам

Fig. 4. Distribution of COVID-19 deaths by age cohort

Подъем абсолютных значений летальности начинается с возраста 57 лет (практически начало пенсионного возраста) и достигает максимума значений в возрасте 83 года. Резкое снижение абсолютного количества летальных случаев в возрасте 75–79 лет, как и в случае снижения абсолютного количества госпитализированных с COVID-19 в том же возрасте, по-нашему мнению, объясняется провалом в рождаемости в 1942–1946 гг. [16]. К возрасту 99+ абсолютная летальность падает с 18–19 до 2 случаев на одну возрастную когорту. При оценке снижения абсолютных значений летальных исходов в возрасте старше 83 лет необходимо учитывать, что доля заболевших в возрастной группе «91+» среди всех заболевших не превышает 3,0 %.

Сравнительный анализ динамики числа госпитализированных с COVID-19 (см. рис. 1) и летальных случаев среди них (рис. 4) в зависимости от возраста показывает, что в обоих случаях максимальные значения достигаются к возрасту 83 года. Экстраполяционные кривые как для госпитализации, так и для летальности у пациентов в возрасте от 18 до 83 лет имеют высокие и очень близкие значения коэффициентов детерминации (0,8155 и 0,8111 соответственно), но сами формы кривых экстраполяции описываются принципиально разными формулами: прямой для госпитализации и полиномом третьей степени для летальности.

Доли летальных случаев от COVID-19 для каждой возрастной группы в нормированных показателях (%) представлены на рис. 5.

В нормированных показателях максимум летальности, в отличие от абсолютных значений, сдвигается с возраста 83 года на группу «91–100 лет» и, с учетом результатов анализа абсолютной и относительной летальности, основной группой риска по летальности являются две возрастные группы – «75–90» и «91–100» лет, на долю которых приходится 55,5 % от всех умерших.

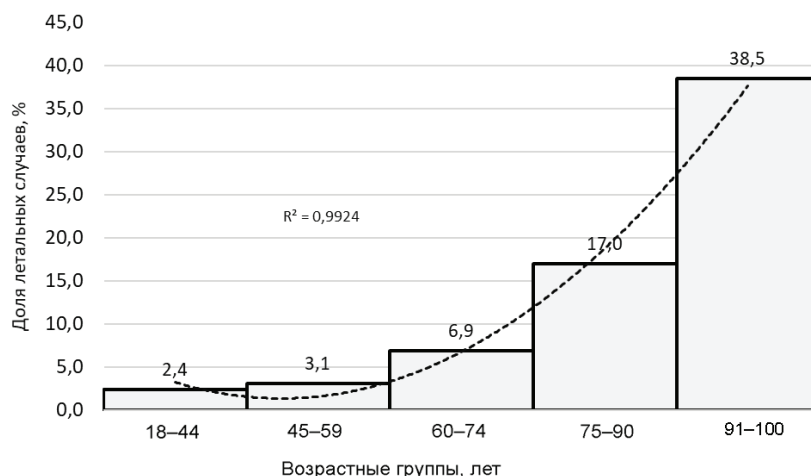


Рис. 5. Доли умерших от COVID-19 в возрастных группах

Fig. 5. Ratio of deaths from COVID-19 in age groups

Вид кривой экстраполяции «летальность в зависимости от возраста» (рис. 5) имеет характер квадратичной функции с очень высокой достоверностью аппроксимации ($R^2 = 0,9924$), что свидетельствует о сильной связи между возрастом пациентов и вероятностью летальных исходов для них. Вывод о более тяжелом течении и более вероятном летальном исходе при увеличении возраста пациента достаточно банален, но численные характеристики полученной кривой могут иметь практическое значение и использоваться как приблизительный ориентир прогностического характера при оценке течения и исходов COVID-19 в лечебных учреждениях.

Различные виды (и формулы) кривых экстраполяции – прямолинейная для госпитализации (см. рис. 1) и полином 2-й или 3-й степени для летальности (рис. 4, 5) – свидетельствуют, по нашему мнению, о том, что в возрасте от 18 до 100 лет летальность обусловлена не только возрастом, но и дополнительными факторами, определение и анализ которых требует самостоятельного исследования.

Данные об абсолютном распределении в исходных данных умерших среди госпитализированных по всем исследованным возрастным группам представлены в долевых пропорциях на рис. 2, *b*.

При сравнении доли госпитализированных и умерших (рис. 2) установлено, что на 42 когорты в возрасте от 18 до 59 лет, составляющих основную трудоспособную часть населения как г. Москвы, так и Российской Федерации в целом, приходится 31 % от всех случаев госпитализаций, а на 41 возрастную когорту, составляющую пенсионный возраст, – 69 %. В то же время в отношении летальных исходов на когорты лиц трудоспособного возраста приходится всего 9 % от всех умерших, а на когорты пациентов пенсионного возраста – 91 % (табл. 2). Следовательно, одинаковое количество возрастных когорт (42 и 41) в категориях «трудоспособные» и «пенсионный возраст» дают следующее соотношение: по госпитализации – 1 : 2,2 (31/69 %), по летальности – 1 : 10 (9/91 %).

Т а б л и ц а 2. Показатели госпитализации и летальности в когортах пациентов трудоспособного и пенсионного возраста

Table 2. Hospitalization and mortality rates in cohorts of patients of working and retirement age

Возрастная когорта	Кол-во возрастных когорт	Доля госпитализированных, %	Доля случаев с летальным исходом, %
Трудоспособные (18–59 лет)	42	31,3	9,3
Лица пенсионного возраста (60–100 лет)	41	68,7	90,7

Результаты долевого распределения в нормированных показателях (%) умерших мужчин и женщин в каждой возрастной группе по исходным данным представлены на рис. 6, *a*.

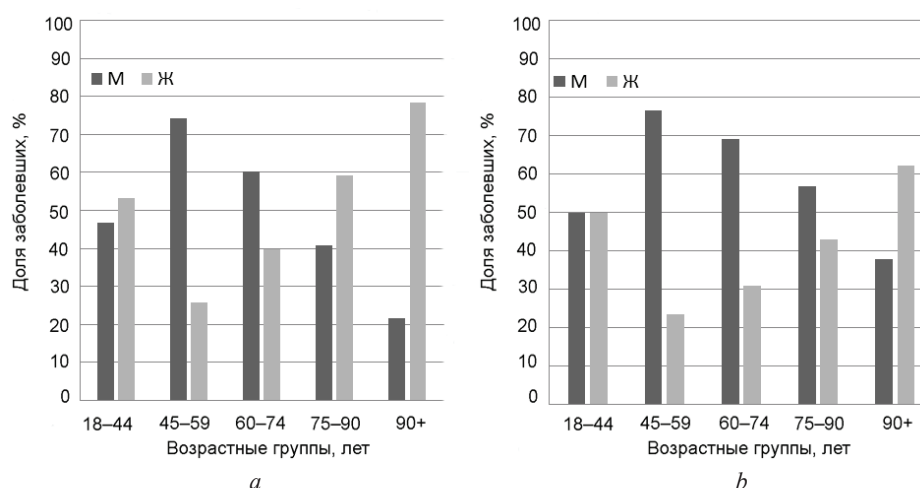


Рис. 6. Доли летальных случаев при COVID-19 среди мужчин и женщин в исходных (a) и расчетных данных с учетом СКПВС (b)

Fig. 6. Ratio of fatal cases in COVID-19 among male and female in initial (a) and calculated data in view of the SCSPC (b)

В молодом возрасте (18–44 года) показатели летальности среди мужчин и женщин отличаются очень мало и находятся в районе 50 % (46,3 % против 53,3%). В возрасте от 45 до 100 лет зарегистрированная относительная летальность среди мужчин и женщин носит практически зеркальный характер. Если у мужчин доля летальных случаев достигает максимального значения – 74,3 % в группе 45–49 лет и к 100 годам уменьшается до 22 %, то среди женщин наблюдается диаметрально противоположная тенденция – прямолинейный рост от 25,7 до 78,5 %. В группах «45–59» и «60–74» доля умерших мужчин превышает долю умерших женщин в 3 и 1,5 раза соответственно. В возрастных группах «75–90» и «91+» ситуация меняется зеркально: в этих возрастных группах женщины умирают чаще мужчин в 1,5 и 3,7 раза соответственно. Использование критерия хи-квадрат показывает наличие статистически значимой связи между показателями возраста и пола для летальности ($p < 0,05$), но эта связь является довольно слабой ($V = 0,27$).

Таким образом, анализ исходных данных зависимости летальности при COVID-19 от гендерно-возрастных характеристик в нормированных показателях не позволяет однозначно определить основную группу риска. Группами максимального риска в равной степени являются мужчины среднего возраста и женщины категории «долголетие», а группами повышенного риска – мужчины пожилого и женщины старческого возраста.

Обобщение результатов представленного выше эпидемиологического анализа исходных данных о пациентах, госпитализированных с диагнозом COVID-19, позволяет выделить следующие основные группы риска как по госпитализации, так и по летальности в зависимости от пола и возраста: группами наиболее высокого риска по госпитализации являются женщины пожилого и старческого возраста, а по летальности – мужчины 45–59 лет и женщины 91–100 лет.

Полученные результаты анализа госпитализации и летальности при COVID-19 как в абсолютных значениях, так и в нормированных показателях имеют важное научно-практическое значение для планирования оказания медицинской помощи госпитализированным пациентам с учетом их возраста (распределение коек, приоритетность назначения лекарственных препаратов и т. д.). Эти результаты также могут быть использованы в исследованиях по оценке экономического ущерба от COVID-19, включая как прямые расходы на госпитализацию, так и не прямой ущерб при летальных исходах пациентов трудоспособного возраста.

Однако эти выводы справедливы лишь при условии, что среди населения г. Москвы соотношение мужчин и женщин во всех возрастных когортах одинаково, т. е. эта пропорция не изменяется в зависимости от возраста и всегда составляет 1 : 1. Реальная ситуация заключается в том, что с увеличением возраста численность мужчин в популяции уменьшается значительно быстрее, чем численность женщин. По данным Росстата о численности населения по полу и возрасту

в г. Москве на 1 января 2020 г., с возрастом количество мужчин в популяции становится меньше числа женщин, сокращаясь от 1,1 (для возраста 18–45) до 2,3 раза (для возраста 90+) [16].

Госпитализированные, данные с учетом СКПВС. Полученные коэффициенты СКПВС для каждой возрастной группы позволили достичь равного количества мужчин и женщин в каждой возрастной группе. Такой подход к анализу заболеваемости и летальности от COVID-19 позволяет проводить расчеты частоты заболеваний и летальных исходов, исключая влияние гендерных диспропорций в изучаемых возрастных группах, и формулировать более обоснованные выводы.

Т а б л и ц а 3. Распределение госпитализированных с COVID-19 по половозрастным характеристикам (исходные и расчетные данные с учетом СКПВС)

Table 3. Distribution of hospitalized with COVID-19 by gender and age (years) groups (initial and calculated data taking into account the SCSAC)

Показатель	Возрастная группа госпитализированных				
	Молодой возраст (18–44)	Средний возраст (45–59)	Пожилой возраст (60–74)	Старческий возраст (75–90)	Долголетие (90+)
Исходные данные					
Число госпитализированных:					
мужчины	356	602	941	578	46
женщины	262	538	1100	1083	123
Доля мужчин (Росстат) [биномиальный доверительный интервал], %	48 [53, 61]	47 [50, 55]	41[44, 48]	34 [32, 37]	31 [21, 34]
Расчетные данные с учетом СКПВС					
Коэффициент СКВПС (кол-во женщин на одного мужчину), Росстат	1,07	1,12	1,46	1,93	2,25
Число госпитализированных:					
мужчины	356	602	941	578	46
женщины	245	480	753	561	55
всего	601	1082	1694	1139	101
Доля госпитализированных, %:					
мужчины	59,2	55,6	55,5	50,7	45,7
женщины	40,8	44,4	44,5	49,3	54,3

Установлено, что с увеличением возраста от 18 до 100 лет доля госпитализированных мужчин уменьшается с 60 до 46 % (см. табл. 3, рис. 3, б). Эта тенденция прослеживается как в пропорции госпитализированных мужчин и женщин в исходных данных, так и в статистическом распределении мужчин и женщин среди населения г. Москвы в целом. На основе критерия хи-квадрат можно заключить, что среди заболевших COVID-19 есть статистически значимая связь между показателями возраста и пола ($p < 0,05$), однако эта связь довольно слабая ($V = 0,16$). Следовательно, кроме пола и возраста на показатель госпитализации при COVID-19 оказывают влияние и другие факторы, такие как наличие сопутствующих заболеваний и их количество, наличие или отсутствие вакцинации, индивидуальное состояние иммунной системы и др.

Выявлено, что доля госпитализированных женщин в возрасте от 60 до 100 лет увеличивается по сравнению с долей госпитализированных мужчин соответствующего возраста (рис. 3, а) и, как указывалось выше, именно женщины пожилого и старческого возраста составляют основную группу риска по госпитализации. Использование же биномиального критерия показало, что в возрастных когортах «18–74» половозрастной состав госпитализированных значительно отличается от половозрастного состава населения г. Москвы в целом.

Анализ исследуемых групп с применением СКПВС (рис. 3, б) показал, что наиболее высокий риск госпитализации по COVID-19 у мужчин молодого возраста 18–44 лет (средний возраст $39,0 \pm 5,0$ года), они госпитализируются практически в 1,5 раза чаще женщин. К группе относительного риска можно отнести мужчин среднего и пожилого возраста (45–59 и 60–74 соответственно). Их госпитализируют в 1,3 раза чаще, чем женщин соответствующих возрастных групп. В то же время в группе «пожилой возраст» доля госпитализированных мужчин становится больше, чем женщин (56 % против 44 %), хотя по исходным данным ситуация была обратная: доля

госпитализированных мужчин составляла 46 % против 54 % госпитализированных женщин. Принципиально изменилось распределение долей между госпитализированными мужчинами и женщинами в возрасте от 75 до 90 лет: если в исходных данных эти показатели составляли 35 и 65 %, то при применении СКПВС – 51 и 49 % соответственно. Также значительно изменилась пропорция госпитализированных мужчин и женщин в возрасте 91–100 лет: доля женщин оставалась больше доли мужчин, но с 73 % уменьшилась до 54 %, т. е. снизилась почти в 1,4 раза.

Таким образом, в 3 из 5 возрастных групп (или в 57 из 83 возрастных когорт) уровень госпитализации среди мужчин являлся более высоким, чем среди женщин. Истинной группой повышенного риска по госпитализации с COVID-19 являлись мужчины в возрасте 18–44 года (средний возраст $39,0 \pm 5,0$ года). Также значимыми группами риска являлись мужчины средней и пожилой возрастных групп. Таким образом, основную когорту по госпитализации с COVID-19 составляли мужчины основного трудоспособного возраста.

Более частой госпитализации мужчин по сравнению с женщинами способствуют социальные и физиологические особенности мужчин.

К социальным факторам относятся социальная активность, работоспособный возраст, повышенная мобильность, не всегда ответственное отношение к противоэпидемическим мероприятиям, в частности к соблюдению масочного режима. Наши данные подтверждаются другими исследователями, которые объясняют высокий риск возникновения COVID-19 у молодых мужчин более высокими показателями курения, более низкими показателями соблюдения гигиенических правил (мытье рук и т. п.), предшествующими респираторными заболеваниями [23].

Физиологические особенности у молодых мужчин T. Osama с соавт. объясняют наличием у них повышенного уровня концентрации sACE2 в плазме. Рецептор к ангиотензинпревращающему ферменту (sACE2) является рецептором, необходимым для проникновения SARS-CoV-2 в клетку-мишень. Обнаружено также, что уровень sACE2 в сыворотке крови сильно коррелирует с иммунными рецепторами в легких мужчин и пожилых людей и менее коррелирует у женщин и детей [24]. В ряде исследований показано, что уровень sACE2 имеет тенденцию к увеличению с возрастом, а кроме того, у мужчин более высокие концентрации sACE2 в плазме крови, чем у детей и женщин [25, 26].

По указанным причинам молодые мужчины (18–44 года) поддерживают активность эпидемического процесса, представляя собой многочисленные источники возбудителя инфекции. Для лиц пожилого и старческого возраста (возрастные когорты «60–74 года» и «75–90 лет») они представляют особую эпидемическую опасность, внося основной вклад в показатели летальности от COVID-19.

Летальность, данные с учетом СКПВС. Из анализируемой выборки (5 629 заболевших COVID-19) число летальных исходов составило 538 человек, из них мужчин – 247, женщин – 291. Распределение умерших по гендерно-возрастным характеристикам по исходным данным представлено в табл. 1 и на рис. 6, а.

Расчетные данные для анализа летальности с учетом СКПВС по половозрастным характеристикам представлены в табл. 4.

Анализ летальности с использованием СКПВС (рис. 6, б) показывает, что для пациентов молодого и среднего возраста (18–44 и 45–59 лет) пропорции в летальности у мужчин и женщин по отношению к исходным данным практически не меняются и остаются примерно 1 : 1 (для молодого возраста) и 3 : 1 (для среднего возраста). Для группы лиц пожилого возраста (60–74 года) доля летальных случаев у мужчин увеличивается с 60 до 69 %, а соотношение показателя летальности между мужчинами и женщинами меняется в исходных данных примерно с 1,5 : 1 на 2,3 : 1. Это означает, что при использовании СКПВС риск летального исхода для мужчин пожилого возраста по сравнению с исходными данными увеличивается в 1,5 раза. В возрастной группе лиц старческого возраста зарегистрировано принципиальное перераспределение гендерных долей летальности: доля летальных случаев у мужчин стала больше, чем у женщин, и выросла с 41 до 57 %. Существенно изменились пропорции и в группе «долголетие». Летальность среди женщин, как и в исходных данных, осталась более высокой, чем среди мужчин, но если в исходных данных женщины умирали примерно в 3,6 раза чаще, чем мужчины, то при пересчете с применением СКПВС летальность среди женщин выше, чем среди мужчин, только в 1,7 раза.

В 3 из 5 возрастных групп (46 из 83 возрастных когорт) доля летальных случаев среди мужчин оказывается более высокой, чем среди женщин. При расчетах с учетом СКПВС истинной группой максимального риска летального исхода от COVID-19 являются мужчины среднего и пожилого возраста (средний возраст $53,1 \pm 4,3$ и $68,3 \pm 4,5$ года), для которых вероятность летального исхода выше, чем у женщин того же возраста, в 3,3 и 2,2 раза соответственно. Мужчины старческого возраста также относятся к группе повышенного риска по летальности.

Таким образом, истинной группой максимального риска по госпитализации с COVID-19 являются мужчины молодого возраста. Мужчины среднего и пожилого возраста могут быть отнесены к группе повышенного риска. Риск летального исхода определен как максимальный для мужчин среднего и пожилого возраста и как повышенный для мужчин старческого возраста.

Заключение. Проведенное нами исследование позволило выявить ряд важных гендерно-возрастных характеристик и закономерностей эпидемического процесса COVID-19 среди госпитализированного взрослого населения, выявить половозрастные группы, наиболее подверженные риску госпитализации и вероятным летальным исходам при заболевании COVID-19.

Обоснована целесообразность применения статистической коррекции половозрастного состава для выравнивания существующих популяционных диспропорций между мужчинами и женщинами одной возрастной категории на изучаемой административной территории. Предложенный подход к анализу исходных данных позволяет установить истинные группы риска по госпитализации и летальности при заболевании COVID-19.

Важно отметить, что использование статистической коррекции половозрастного состава населения г. Москвы позволило подтвердить существующие оценки исследователей из разных стран мира, согласно которым основной группой риска летальных исходов являются мужчины. В наших исследованиях это мужчины пожилого, среднего и старческого возраста.

Также установлено и обосновано, что группой максимального риска госпитализации при заболевании COVID-19 являются молодые мужчины (средний возраст $39,0 \pm 5,0$ года). Вероятность госпитализации для них в 1,5 раза выше, чем для молодых женщин.

В отношении летальных исходов от COVID-19 основной группой риска являются мужчины среднего и пожилого возраста. Для них вероятность умереть при госпитализации примерно в 3,3 и 2,2 раза выше, чем для женщин того же возраста.

Выявленные закономерности свидетельствуют о том, что при разработке противоэпидемических мероприятий и оказании стационарной медицинской помощи целесообразно правильно интерпретировать анализ гендерно-возрастных категорий, учитывая статистическую коррекцию по половозрастному составу, принятому на конкретной территории.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список использованных источников

1. Rothan, H. A. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak / H. A. Rothan, S. N. Byrareddy // *Journal of Autoimmunity*. – 2020. – Vol. 109, art. 102433. – <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433>
2. Real estimates of mortality following COVID-19 infection / D. Baud, X. Qi, K. Nielsen-Saines [et al.] // *Lancet Infectious Diseases*. – 2020. – Vol. 20, N 7. – Art. 773. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(20\)30195-x](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(20)30195-x)
3. В Москве выявили рекордные 26,9 тыс. новых случаев заражения COVID [электронный ресурс]. – URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/61fb96e69a79475697564540>
4. Вакцинопрофилактика COVID-19 у пациентов с коморбидными заболеваниями: руководство для врачей / М. П. Костинов, В. Б. Полищук, О. А. Свитич, А. А. Рыжов; под ред. М. П. Костинова. – М.: Группа МДВ, 2022. – 175 с.
5. Костинов, М. П. Потенциальная иммунопрофилактика COVID-19 у групп высокого риска инфицирования: времен. пособие для врачей / М. П. Костинов, О. А. Свитич, Е. В. Маркелова. – М.: Группа МДВ, 2020. – 62 с.
6. Приоритетная вакцинация респираторных инфекций в период пандемии SARS-COV-2 и после ее завершения: пособие для врачей / под ред. М. П. Костинова, А. Г. Чучалина. – М.: Группа МДВ, 2020. – 32 с.
7. Вакцинация лиц пожилого и старческого возраста: метод. рекомендации. Версия 1 / сост.: О. Н. Ткачева, Ю. В. Котовская, М. П. Костинов [и др.]; Рос. ассоциация геронтологов и гериатров [и др.]. – М., 2020. – 51 с.
8. Risk factors associated with mortality among patients with COVID-19 in intensive care units in Lombardy, Italy / G. Grasselli, M. Greco, A. Zanella [et al.] // *JAMA Internal Medicine*. – 2020. – Vol. 180, N 10. – P. 1345–1355. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.3539>
9. First wave of COVID-19 hospital admissions in Denmark: a Nationwide population-based cohort study / J. G. Holler, R. Eriksson, T. Ø. Jensen [et al.] // *BMC Infectious Diseases*. – 2021. – Vol. 21, N 1. – Art. 39. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05717-w>

10. Biological attributes of age and gender variations in Indian COVID-19 cases: A retrospective data analysis / S. Kushwaha, P. Khanna, V. Rajagopal, T. Kiran // *Clinical Epidemiology and Global Health*. – 2021. – Vol. 11. – Art. 100788. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2021.100788>
11. Nanda, M. COVID-19: A comprehensive review of epidemiology and public health system response in Nordic region / M. Nanda, R. Sharma // *International Journal of Health Services*. – 2021. – Vol. 51, N 3. – P. 287–299. <https://doi.org/10.1177/0020731421994840>
12. The role of sex in the risk of mortality from COVID-19 amongst adult patients: A systematic review / M. Kelada, A. Anto, K. Dave, S. N. Saleh // *Cureus*. – Vol. 12, N 8. – P. e10114. <https://doi.org/10.7759/cureus.10114>
13. Clinical, demographical characteristics and hospitalisation of 3,010 patients with Covid-19 in Friuli Venezia Giulia Region (Northern Italy). A multivariate, population-based, statistical analysis / M. Gobatto, E. Clagnan, I. Burba [et al.] // *Epidemiologia e Prevenzione*. – 2020. – Vol. 44, N 5–6, suppl. 2. – P. 226–234. <https://doi.org/10.19191/EP20.5-6.S2.122>
14. Burden of COVID-19 and case fatality rate in Pune, India: an analysis of the first and second wave of the pandemic / P. Bogam, A. Joshi, S. Nagarkar [et al.] // *IJID Regions*. Elsevier. – 2022. – Vol. 2. – P. 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.ijregi.2021.12.006>
15. Sex differences in severity and mortality among patients with COVID-19: Evidence from pooled literature analysis and insights from integrated bioinformatic analysis / X. Wei, Y.-T. Xiao, J. Wang [et al.] // *arXiv*. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.13547> (date of access: 20.03.2025).
16. Sex differences in a cohort of COVID-19 Italian patients hospitalized during the first and second pandemic waves / V. Quaresima, C. Scarpazza, A. Sottini [et al.] // *Biology of Sex Differences*. – 2021. – Vol. 12, N 1. – P. 45. <https://doi.org/10.1186/s13293-021-00386-z>
17. All-cause mortality during the COVID-19 pandemic in Chennai, India: an observational study / J. A. Lewnard, A. Mahmud, T. Narayan [et al.] // *Lancet Infectious Diseases*. – 2022. – Vol. 22, N 4. – P. 463–472. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00746-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00746-5)
18. Клинико-эпидемиологические особенности пациентов, госпитализированных с COVID-19 в различные периоды пандемии в Москве / Н. И. Брико, В. А. Коршунов, С. В. Краснова [и др.] // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. – 2022. – Т. 99, № 3. – С. 287–299.
19. Характеристика эпидемиологической ситуации по COVID-19 в Санкт-Петербурге / В. Г. Акимкин, С. Н. Кузин, Е. Н. Колосовская [и др.] // *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. – 2021. – Т. 98, № 5. – С. 497–511.
20. Численность населения по полу и возрасту на 1 января 2021 г., г. Москва // Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту на 1 января 2021 года (Статистический бюллетень) / Федер. служба гос. статистики (Росстат). – М., 2021. – С. 136–139. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul_chislen_nasel-pv_01-01-2021.pdf (дата обращения: 17.06.2022).
21. Langa, L. Python 3.10.4 and 3.9.12 are now available out of schedule // *Python Insider*. – URL: <https://pythoninsider.blogspot.com/2022/03/python-3104-and-3912-are-now-available.html> (date of access: 17.06.2022).
22. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика: для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М.: Физматлит, 2006. – 813 с.
23. Biological attributes of age and gender variations in Indian COVID-19 cases: A retrospective data analysis / S. Kushwaha, P. Khanna, V. Rajagopal, T. Kiran // *Clinical Epidemiology and Global Health*. – 2021. – Vol. 11. – Art. 100788. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2021.100788>
24. Osama, T. Protecting older people from COVID-19: should the United Kingdom start at age 60? / T. Osama, B. Pankhania, A. Majeed // *Journal of the Royal Society of Medicine*. – 2020. – Vol. 113, N 5. – P. 169–170. <https://doi.org/10.1177/0141076820921107>
25. Age and sex differences in soluble ACE2 may give insights for COVID-19 / P. Swärd, A. Edseldt, A. Reepalu [et al.] // *Critical Care*. – 2020. – Vol. 24, N 1. – Art. 221. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02942-2>
26. Plasma levels of soluble ACE2 are associated with sex, metabolic syndrome, and its biomarkers in a large cohort, pointing to a possible mechanism for increased severity in COVID-19 / S. A. Kornilov, I. Lucas, K. Jade [et al.] // *Critical Care*. – 2020. – Vol. 24, N 1. – Art. 452. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03141-9>

References

1. Rothan H. A., Byrareddy S. N. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *Journal of Autoimmunity*, 2020, vol. 109, art. 102433. <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433>
2. Baud D., Qi X., Nielsen-Saines K., Musso D., Pomar L., Favre G. Real estimates of mortality following COVID-19 infection. *Lancet Infectious Diseases*, 2020, vol. 20, no. 7, art. 773. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(20\)30195-x](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(20)30195-x)
3. Moscow reports record 26.9 thousand new COVID cases (in Russian). Available at: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/61fb96e69a79475697564540>
4. Kostinov M. P., Polishchuk V. B., Svitich O. A., Ryzhov A. A. *COVID-19 vaccine prophylaxis in patients with comorbid conditions*. Moscow, MDV Group Publ., 2022. 175 p. (in Russian).
5. Kostinov M. P., Svitich O. A., Markelova E. V. *Potential immunoprophylaxis of COVID-19 in groups at high risk of infection*. Moscow, MDV Group Publ., 2020. 62 p. (in Russian).
6. Kostinov M. P., Markelova E. V. (ed.). *Priority vaccination for respiratory infections during and after the SARS-COV-2 pandemic: A manual for physicians*. Moscow, MDV Group Publ., 2020. 32 p. (in Russian).
7. Tkacheva O. N., Kotovskaya Yu. V., Kostinov M. P., Sharashkina N. V., Dubov A. A. *Vaccination of the elderly and older persons: Guidelines. Version 1*. Moscow, Russian Association of Gerontologists and Geriatricians, 2020. 51 p. (in Russian).
8. Grasselli G., Greco M., Zanella A., Albano G., Antonelli M., Bellani G. [et al.]. Risk factors associated with mortality among patients with COVID-19 in intensive care units in Lombardy, Italy. *JAMA Internal Medicine*, 2020, vol. 180, no. 10, pp. 1345–1355. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.3539>

9. Holler J. G., Eriksson R., Jensen T. Ø., van Wijhe M., Fischer T. K., Søgaard O. S. [et al.]. First wave of COVID-19 hospital admissions in Denmark: a Nationwide population-based cohort study. *BMC Infectious Diseases*, 2021, vol. 21, no. 1, art. 39. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05717-w>
10. Kushwaha S., Khanna P., Rajagopal V., Kiran T. Biological attributes of age and gender variations in Indian COVID-19 cases: A retrospective data analysis. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 2021, vol. 11, art. 100788. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2021.100788>
11. Nanda M., Sharma R. COVID-19: A comprehensive review of epidemiology and public health system response in Nordic region. *International Journal of Health Services*, 2021, vol. 51, no. 3, pp. 287–299. <https://doi.org/10.1177/0020731421994840>
12. Kelada M., Anto A., Dave K., Saleh S. N. The role of sex in the risk of mortality from COVID-19 amongst adult patients: A systematic review. *Cureus*, vol. 12, no. 8, p. e10114. <https://doi.org/10.7759/cureus.10114>
13. Gobbato M., Clagnan E., Burba I., Rizzi L., Grassetti L., Del Zotto S., Dal Maso L., Serraino D., Tonutti G. Clinical, demographical characteristics and hospitalization of 3,010 patients with Covid-19 in Friuli Venezia Giulia Region (Northern Italy). A multivariate, population-based, statistical analysis. *Epidemiologia e Prevenzione*, 2020, vol. 44, no. 5–6, suppl. 2, pp. 226–234. <https://doi.org/10.19191/EP20.5-6.S2.122>
14. Bogam P., Joshi A., Nagarkar S., Jain D., Gupte N., Shashidhara L. S., Monteiro J. M., Mave V. Burden of COVID-19 and case fatality rate in Pune, India: an analysis of the first and second wave of the pandemic. *IJID Regions. Elsevier*, 2022, vol. 2, pp. 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.ijregi.2021.12.006>
15. Wei X., Xiao Y.-T., Wang J., Chen R., Zhang W., Yang Y. Sex differences in severity and mortality among patients with COVID-19: Evidence from pooled literature analysis and insights from integrated bioinformatic analysis. *arXiv*. Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2003.13547> (accessed 20.03.2025).
16. Quaresima V., Scarpazza C., Sottini A., Fiorini C., Signorini S., Delmonte O. M., Signorini L., Quiros-Roldan E., Imberti L. Sex differences in a cohort of COVID-19 Italian patients hospitalized during the first and second pandemic waves. *Biology of Sex Differences*, 2021, vol. 12, no. 1, p. 45. <https://doi.org/10.1186/s13293-021-00386-z>
17. Lewnard J. A., Mahmud A., Narayan T., Wahl B., Selvavinayagam T. S., Mohan C., Laxminarayan R. All-cause mortality during the COVID-19 pandemic in Chennai, India: an observational study. *Lancet Infectious Diseases*, 2022, vol. 22, no. 4, pp. 463–472. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00746-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00746-5)
18. Briko N. I., Korshunov V. A., Krasnova S. V., Protchenko D. N., Glazovskaya L. S., Gostishchev R. V. [et al.]. Clinical and epidemiological characteristics of hospitalized patients with COVID-19 during different pandemic periods in Moscow. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii* [Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology], 2022, vol. 99, no. 3, pp. 287–299 (in Russian).
19. Akimkin V. G., Kuzin S. N., Kolosovskaya E. N., Kudryavtseva E. N., Semenenko T. A., Ploskireva A. A. [et al.]. Assessment of the COVID-19 epidemiological situation in St. Petersburg. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii* [Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology], 2021, vol. 98, no. 5, pp. 497–511 (in Russian).
20. Population by gender and age as of January 1, 2021, Moscow. *Population of the Russian Federation by gender and age as of January 1, 2021 (Statistical Bulletin)*. Moscow, 2021, pp. 136–139. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/media-bank/Bul_chislen_nasel-pv_01-01-2021.pdf (accessed 17.06.2022) (in Russian).
21. Langa L. Python 3.10.4 and 3.9.12 are now available out of schedule. *Python Insider*. Available at: <https://pythoninsider.blogspot.com/2022/03/python-3104-and-3912-are-now-available.html> (accessed 17.06.2022).
22. Kobzar' A. I. *Applied mathematical statistics: for engineers and scientists*. Moscow, Fizmatlit Publ., 2006. 813 p. (in Russian).
23. Kushwaha S., Khanna P., Rajagopal V., Kiran T. Biological attributes of age and gender variations in Indian COVID-19 cases: A retrospective data analysis. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 2021, vol. 11, art. 100788. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2021.100788>
24. Osama T., Pankhania B., Majeed A. Protecting older people from COVID-19: should the United Kingdom start at age 60? *Journal of the Royal Society of Medicine*, 2020, vol. 113, no. 5, pp. 169–170. <https://doi.org/10.1177/0141076820921107>
25. Swärd P., Edsfieldt A., Reepalu A., Jelpsson L., Rosengren B. E., Karlsson M. K. Age and sex differences in soluble ACE2 may give insights for COVID-19. *Critical Care*, 2020, vol. 24, no. 1, art. 221. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-02942-2>
26. Kornilov S. A., Lucas I., Jade K., Dai C. L., Lovejoy J. C., Magis A. T. Plasma levels of soluble ACE2 are associated with sex, metabolic syndrome, and its biomarkers in a large cohort, pointing to a possible mechanism for increased severity in COVID-19. *Critical Care*, 2020, vol. 24, no. 1, art. 452. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03141-9>

Информация об авторах

Костинов Михаил Петрович – член-корреспондент РАН, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой Первого Московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова (ул. Трубецкая, 8, 119048, г. Москва, Российская Федерация); заведующий лабораторией Научно-исследовательского института вакцин и сывороток имени И. И. Мечникова (Малый Казенный переулок, 5А, 105064, г. Москва, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0002-1382-9403>. E-mail: kostinov_m_p@staff.sechenov.ru

Information about the authors

Mikhail P. Kostinov – RAS Corresponding Member, D. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of the I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (8, Trubetskaya Str., 119048, Moscow, Russian Federation); Head of the Laboratory of the I. I. Mechnikov Research Institute of Vaccines and Sera (5A, Maly Kazenny Pereulok, 105064, Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-1382-9403>. E-mail: kostinov_m_p@staff.sechenov.ru

Храпунова Изабелла Абрамовна – д-р мед. наук, вед. науч. сотрудник Центрального научно-исследовательского института эпидемиологии (ул. Новогиреевская, 3а, 111123, г. Москва, Российская Федерация); профессор кафедры Первого Московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова (ул. Трубецкая, 8, 119048, г. Москва, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0001-9327-4163>. E-mail: izabella-khrapunva@rambler.ru

Воронин Евгений Михайлович – канд. мед. наук, руководитель научной группы. Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии (ул. Новогиреевская, 3а, 111123, г. Москва, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0001-5925-7757>. E-mail: emvoronin@yandex.ru

Симонова Елена Геннадиевна – д-р мед. наук, профессор. Первый Московский государственный медицинский университета имени И. М. Сеченова (ул. Трубецкая, 8, 119048, г. Москва, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0001-7179-9890>. E-mail: simonova_e_g@mail.ru

Раичич Стефан Радолуб – канд. мед. наук, ассистент. Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (ул. Трубецкая, 8, 119048, г. Москва, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0002-7734-7382>. E-mail: raichich_s_r@staff.sechenov.ru

Чжан Чэнь – аспирант. Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (ул. Трубецкая, 8, 119048, г. Москва, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0002-1957-8238>. E-mail: chen-zhang@bk.ru

Локтионова Марина Николаевна – канд. мед. наук, доцент Первого Московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова (ул. Трубецкая, 8, 119048, г. Москва, Российская Федерация); науч. сотрудник Центрального научно-исследовательского института эпидемиологии (ул. Новогиреевская, 3а, 111123, г. Москва, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0003-1332-519X>. E-mail: m.lokt@mail.ru

Линок Андрей Викторович – канд. мед. наук, доцент. Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (ул. Трубецкая, 8, 119048, г. Москва, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0002-5980-8560>. E-mail: linok_a_v@staff.sechenov.ru

Печеник Андрей Семенович – канд. мед. наук, врач-эпидемиолог. Городская клиническая больница № 29 им. Н. Э. Баумана (Госпитальная пл., 2, 111020, г. Москва, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0003-1652-256X>. E-mail: pechenik74@mail.ru

Isabella A. Khrapunova – D. Sc. (Med.), Leading Researcher of the Central Research Institute of Epidemiology (3a, Novogireevskaya Str., 111123, Moscow, Russian Federation); Professor of the Department of the I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (8, Trubetskaya Str., 119048, Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-9327-4163>. E-mail: izabella-khrapunva@rambler.ru

Evgeny M. Voronin – Ph. D. (Med.), Head of the Scientific Group. Central Research Institute of Epidemiology (3a, Novogireevskaya Str., 111123, Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-5925-7757>. E-mail: emvoronin@yandex.ru

Elena G. Simonova – D. Sc. (Med.), Professor. I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (8, Trubetskaya Str., 119048, Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-7179-9890>. E-mail: simonova_e_g@mail.ru

Stefan R. Raicic – Ph. D. (Med.), Assistant. I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (8, Trubetskaya Str., 119048, Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-7734-7382>. E-mail: raichich_s_r@staff.sechenov.ru

Zhang Chen – Postgraduate student. I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (8, Trubetskaya Str., 119048, Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-1957-8238>. E-mail: chen-zhang@bk.ru

Marina N. Loktionova – Ph. D. (Med.), Associate Professor of the I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (8, Trubetskaya Str., 119048, Moscow, Russian Federation); Researcher of the Central Research Institute of Epidemiology (3a, Novogireevskaya Str., 111123, Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-1332-519X>. E-mail: m.lokt@mail.ru

Andrey V. Linok – Ph. D. (Med.), Associate Professor. I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (8, Trubetskaya Str., 119048, Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5980-8560>. E-mail: linok_a_v@staff.sechenov.ru

Andrey S. Pechenik – Ph. D. (Med.), epidemiologist. N. E. Bauman State Clinical Hospital No. 29 (2, Gospital'naya Sq., 111020, Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-1652-256X>. E-mail: pechenik74@mail.ru