

DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-36-42

УДК 616.98:578.2

А.И. Блох^{1,2}, Н.А. Пеньевская^{1,2}, Н.В. Рудаков^{1,2}, И.И. Лазарев², О.А. Михайлова³, А.С. Федоров³,
Ю.А. Пневский⁴

ЭПИДЕМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ COVID-19 В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ НА ФОНЕ ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

¹ФБУН «Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций», Омск, Российская Федерация;
²ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет», Омск, Российская Федерация; ³ФБУЗ «Центр гигиены
и эпидемиологии в Омской области», Омск, Российская Федерация; ⁴Управление Роспотребнадзора по Омской области, Омск,
Российская Федерация

Цель – изучить распространение COVID-19 среди населения Омской области на протяжении 24 недель эпидемиологического неблагополучия на фоне противоэпидемических мероприятий. **Материалы и методы.** Используются открытые данные и данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» по официальному учету и эпидемиологическому расследованию выявленных случаев COVID-19 на территории Омской области за период с 27 марта по 10 сентября 2020 г. Рассчитывали экспоненциальный темп прироста (r), базовый и эффективный показатели репродукции (R_0 и R_t), ожидаемый естественный размах эпидемии и порог коллективного иммунитета. Обработка данных выполнена с использованием MS Excel 2010. Построение картограммы проводилось в приложении QGIS 3.12-Bukuresti в системе координат EPSG: 3576. **Результаты и обсуждение.** За период с 27 марта по 10 сентября 2020 г. на территории Омской области зарегистрировано 9779 случаев COVID-19, показатель заболеваемости составил $507,6 \text{ }^0/_{0000}$ (95 % ДИ $497,5 \div 517,6$), летальность по завершённым случаям – 2,9 %, по выявленным случаям – 2,4 %. Наиболее активное распространение COVID-19 отмечено в Омске и 4 (из 32) районах области (Москаленском, Азовском немецком национальном, Марьяновском, Нововаршавском). На фоне проводимых противоэпидемических мероприятий экспоненциальный темп прироста кумулятивного количества случаев COVID-19 составлял 4,5 % в сутки, R_0 – 1,4–1,5, R_t – 1,10. Ожидаемый размах эпидемии при условии продолжения действия ограничительных мер может достигнуть 58,0 % переболевшего населения. Уменьшение количества выявляемых вирусоносителей и неполное выявление COVID-19 среди заболевших внебольничными пневмониями создают дополнительные риски для скрытого распространения инфекции и осложнения эпидемиологической ситуации. Сохранение ограничительных мероприятий и превышение порога коллективного иммунитета (28,6 % населения) позволит значительно снизить риски усиления распространения COVID-19 в Омской области.

Ключевые слова: эпидемиология, COVID-19, экспоненциальный темп прироста, показатель репродукции, ожидаемый естественный размах эпидемии, порог коллективного иммунитета.

Корреспондирующий автор: Пеньевская Наталья Александровна, e-mail: nap20052005@yandex.ru.

Для цитирования: Блох А.И., Пеньевская Н.А., Рудаков Н.В., Лазарев И.И., Михайлова О.А., Федоров А.С., Пневский Ю.А. Эпидемиологический потенциал COVID-19 в Омской области на фоне противоэпидемических мероприятий. Проблемы особо опасных инфекций. 2020; 3:36–42. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-36-42

Поступила 15.09.20. Принята к публ. 18.09.20.

А.И. Blokh^{1,2}, N.A. Pen'evskaya^{1,2}, N.V. Rudakov^{1,2}, I.I. Lazarev², O.A. Mikhailova³, A.S. Fedorov³,
Y.A. Pnevsky⁴

Epidemic Potential of COVID-19 in Omsk Region during Anti-Epidemic Measures

¹Omsk Research Institute of Natural Focal Infections, Omsk, Russian Federation;

²Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation;

³Center for Hygiene and Epidemiology in Omsk Region, Omsk, Russian Federation;

⁴Rospotrebnadzor Administration in Omsk Region, Omsk, Russian Federation

Abstract. Aim. To study the spread of COVID-19 among the population of the Omsk Region during 24 weeks of the epidemic on the background of anti-epidemic measures. **Materials and methods.** A descriptive epidemiological study was carried out based on publically available data and data from the Center for Hygiene and Epidemiology in the Omsk Region on the official registration and epidemiological investigation of detected COVID-19 cases in the Omsk Region for the period from March 27 to September 10, 2020. To assess the potential of COVID-19 to spread, the following indicators were calculated: exponential growth rate (r), basic reproduction number (R_0), effective reproduction number (R_t), expected natural epidemic size and herd immunity threshold. Data processing was performed using MS Excel 2010. The cartogram was built using the QGIS 3.12-Bukuresti application in the EPSG: 3576 coordinate system. **Results and discussion.** For the period from March 27 to September 10, 2020, a total of 9779 cases of COVID-19 were registered in the Omsk Region, the cumulative incidence was 507,6 per 100000 (95 % CI $497,5 \div 517,6$), the case-fatality rate for completed cases was 2.9 %, for identified cases – 2.4 %. The most active spread of COVID-19 was noted in Omsk and 4 out of 32 districts of the region (Moskalensky, Azov German National, Mariyanovsky, Novovarslavsky). During the ongoing anti-epidemic measures, the exponential growth rate of the cumulative number of COVID-19 cases was 4.5 % per day, R_0 – 1.4–1.5, R_t – 1.10, herd immunity threshold – 28.6 %. The expected size of the epidemic in case of sustained anti-epidemic measures can reach 58.0 % of the recovered population. A decrease in the number of detected virus

carriers, incomplete detection of COVID-19 among patients with community-acquired pneumonia introduced additional risks for the latent spread of infection and complications of the epidemic situation. Maintaining restrictive measures and increasing the proportion of the immune population (over 28.6 %) may significantly reduce the risks of increasing the spread of COVID-19 in the Omsk Region.

Key words: epidemiology, COVID-19, exponential growth rate, reproductive number, final size of epidemic, herd immunity threshold.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Corresponding author: Natalia A. Pen'evskaya, e-mail: nap20052005@yandex.ru.

Citation: Blokh A.I., Pen'evskaya N.A., Rudakov N.V., Lazarev I.I., Mikhailova O.A., Fedorov A.S., Pnevsky Y.A. Epidemic Potential of COVID-19 in Omsk Region during Anti-Epidemic Measures. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2020; 3:36–42. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2020-3-36-42

Received 15.09.20. Accepted 18.09.20.

Blokh A.I., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0756-2271>

Pen'evskaya N.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7220-4366>

Rudakov N.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9566-9214>

Lazarev I.I., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6811-9986>

Mikhailova O.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6091-3424>

Fedorov A.S., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9099-1287>

Pnevsky Y.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0321-2370>

Эпидемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 признана ВОЗ ситуацией в области здравоохранения, имеющей международное значение [1]. К 12 сентября 2020 г. COVID-19 выявлен у 28330022 человек и унес жизни 911880, при этом на долю Российской Федерации приходилось 1057362 случая заболевания и 18484 летальных исхода [2]. Сложившаяся ситуация представляет уникальные возможности для эпидемиологического изучения распространения нового патогена, к которому существенная часть населения не имеет иммунитета.

Распространение COVID-19 в Омской области происходило на фоне противоэпидемических мероприятий. Первые случаи COVID-19 на территории Омской области выявлены 27 марта 2020 г., то есть на месяц позже, чем в Москве. За 10 дней до выявления первых инфицированных в Омской области указом губернатора введен режим повышенной готовности с соответствующими мерами по недопущению завоза и распространения новой коронавирусной инфекции, сохраняющийся до конца сентября. С 1 апреля в Омской области установлен особый режим самоизоляции, включающий перевод образовательных организаций на дистанционный режим работы, запрет массовых мероприятий, закрытие дошкольных учреждений, приостановление деятельности несистемообразующих организаций и предприятий, ограничение передвижения внутри и за пределами г. Омска и прочее. Частичное ослабление режима самоизоляции введено с 4 июня 2020 г., с середины июня регион перешел на второй этап смягчения ограничительных мер, действие масочного режима продлено до 29 сентября.

Цель исследования: изучить распространение COVID-19 среди населения Омской области на протяжении 24 недель эпидемического неблагополучия на фоне противоэпидемических мероприятий.

Материалы и методы

Материалом для настоящего описательного эпидемиологического исследования послужили данные

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Омской области» по официальному учету и эпидемиологическому расследованию выявленных случаев COVID-19 на территории Омской области за период с 27 марта (выявление первых инфицированных) по 10 сентября 2020 г. Все выявленные случаи подтверждены методом ПЦР в одной из лабораторий, действующих на территории региона: ФБУН «Омский НИИ природно-очаговых инфекций» и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» в соответствии с утвержденной маршрутизацией. По каждому случаю COVID-19 собиралась информация о поле и возрасте, предполагаемом месте и источнике заражения (для местных случаев), дате появления симптомов, клиническом течении на момент регистрации.

Кроме того, в исследовании использовали данные таких интернет-ресурсов, как «стопкоронавирус.рф», mzdr.omskportal.ru, а также официальных интернет-страниц оперативных штабов по предупреждению завоза и распространения новой коронавирусной инфекции в соседних с Омской областью регионах РФ и Республики Казахстан.

Для оценки исходного потенциала COVID-19 к распространению на территории Омской области вычислен базовый показатель репродукции (R_0), а для оперативной оценки ситуации использовали эффективный показатель репродукции (R_t). Методика расчета базового показателя репродукции описана J. Wallinga, M. Lipsitch [3] и предполагает знание величин экспоненциального темпа прироста (*intrinsic growth factor*) и серийного интервала (СИ). Экспоненциальный темп прироста (r) вычисляли с помощью простой регрессии Пуассона [3] из кумулятивного числа случаев за период с начала регистрации до 15 апреля – даты, на которую коэффициент детерминации был наибольшим и составлял 93,3 %. Оценку СИ проводили по литературным данным.

Серийный интервал является легко вычисляемой альтернативой времени генерации – промежутка между заражением двух человек в единой эпидемической цепочке. Более длительный серийный интервал является благоприятным прогностическим при-

знаком для системы эпидемиологического надзора: он фактически означает большой запас времени на проведение эпидемиологических расследований и необходимое реагирование [4]. Серийный интервал COVID-19 сегодня оценивается в 4–8 дней, с большинством оценок около 4 дней. В расчетах мы использовали оценку в 3,96 (95 % ДИ 3,53–4,39) дня из крупнейшего исследования M. Park *et al.* (2020) [5] с допущением двух распределений для моделирования СИ в связи с тем, что R_0 , вычисленный из дельта-распределенного серийного интервала, считается наиболее консервативной оценкой, в то время как R_0 из экспоненциально распределенного СИ может считаться «средней» оценкой [3]. От величины R_0 зависят такие прогностические эпидемиологические показатели, как ожидаемый естественный размер эпидемии (*epidemic final size*) и порог коллективного иммунитета (*herd immunity threshold*), которые вычисляли по Miller J.C. (2012) и P. Rodpothong, P. Auewarakul (2012) соответственно [6, 7]. Оценку R_t проводили по методике A. Cori *et al.* (2013) на основе количества выявленных случаев COVID-19 за прошедшие 7 дней [8]. В целом показатели репродукции выше 1 свидетельствуют о наличии (сохранении) потенциала инфекционного заболевания к эпидемическому распространению в конкретной популяции, в то время как показатели репродукции меньше 1 – об отсутствии такого потенциала [3]. Ретроспективные данные о количестве зарегистрированных экстренных извещений с установленным диагнозом «внебольничная пневмония» за 2017–2019 гг., а также оперативные данные подвергнуты регрессионному анализу с помощью множественной регрессии, в которой сезонный компонент задавался синусоидальной функцией [9]. Обработка данных выполнена с использованием MS Excel 2010. Построение картограммы проводили в приложении QGIS 3.12-Bukuresti в географической системе координат EPSG: 3576.

Результаты и обсуждение

За период с 27 марта по 10 сентября 2020 г. на территории Омской области зарегистрировано 9779 случаев COVID-19, из которых 235 завершились летальным исходом и 7890 – выздоровлением. Распространение COVID-19 по территории области началось с семейного кластера из трех завозных случаев из Объединенных Арабских Эмиратов, а к концу анализируемого периода выявлено 167 завозных случаев COVID-19. Местная передача отмечена немногим позднее: 30 марта выявлен кластер из 3 заболевших, не имевших в анамнезе выездов с территории области. Экспоненциальный темп прироста кумулятивного количества случаев COVID-19 за период с 27 марта по 10 сентября 2020 г. составлял 4,5 % в сутки.

Первый летальный исход у пациента с COVID-19 зарегистрирован 24 апреля (4-я неделя от

начала эпидемии). Оперативные оценки летальности, произведенные на основе завершённых случаев COVID-19, в мае (7-я неделя) достигали 13,7 %, а на основе выявленных случаев – 3,1 %. К июлю (к 14-й неделе) оба показателя относительно стабилизировались на уровне 1,5 и 0,9 % соответственно. Однако с начала августа (18-я неделя) отмечается неуклонный рост обоих показателей летальности, которые к 10 сентября (24-я неделя) достигли 2,89 и 2,40 % соответственно.

Территориальное распределение случаев COVID-19 по состоянию на 10.09.2020 характеризовалось выраженной неравномерностью: 75,7 % (7400/9779) случаев выявлено в г. Омске, 4,5 % (436/9779) – в Омском, 2,0 % (195/9779) – в Калачинском, 2,0 % (193/9779) – в Москаленском, 1,4 % (141/9779) – в Азовском немецком национальном, 1,5 % (144/9779) – в Марьяновском, 1,1 % (112/9779) – в Нововаршавском муниципальных районах. На остальные районы приходилось менее 1 % выявленных случаев. К концу анализируемого периода в областной структуре заболеваний COVID-19 отмечено снижение на 2 % доли случаев, зарегистрированных в Омске, что свидетельствует об активизации эпидемического процесса в районах области.

Кумулятивный показатель заболеваемости COVID-19 населения Омской области на 10.09.2020 составил 507,6 (95 % ДИ 497,5÷517,6) на 100 тыс. населения и был превышен в г. Омске – 641,0 (95 % ДИ 626,4÷655,6) и четырех районах области: Москаленском – 693,8 (95 % ДИ 596,0÷791,7) на 100 тыс. населения, Азовском немецком национальном – 551,4 (95 % ДИ 460,4÷642,4) на 100 тыс. населения, Марьяновском – 536,9 (95 % ДИ 449,2÷624,6) на 100 тыс. населения, Нововаршавском – 509,3 (95 % ДИ 415,0÷603,6) на 100 тыс. населения. Из 32 муниципальных районов области более высокими показателями заболеваемости характеризуется ряд территорий, по которым движется железнодорожный транспорт между западной и восточной границами области и между южной границей области и г. Омском (рис. 1). В прилегающих к Омской области регионах России и Казахстана на 10.09.2020 отмечены следующие показатели заболеваемости населения COVID-19: Новосибирская область – 426,7^{0/0000} (95 % ДИ 419,1÷434,4), Томская область – 574,7^{0/0000} (95 % ДИ 560,4÷589,0), Тюменская область – 537,1^{0/0000} (95 % ДИ 525,5÷548,7), Северо-Казахстанская область – 721,3^{0/0000} (95 % ДИ 699,0÷743,7), Павлодарская область – 512,8^{0/0000} (95 % ДИ 496,7÷529,0).

В результате анализа структуры заболевших COVID-19 по полу и возрасту установлено, что за анализируемый период на долю мужчин пришлось 43,8 % (4276/9762) случаев, по которым имелась соответствующая информация. Медианный возраст заразившихся COVID-19 мужчин составил 50 (35; 63) лет, женщин – 54 (38; 65) года соответственно.

Распределение больных COVID-19 по возрасту и полу за анализируемый период отличалось от по-

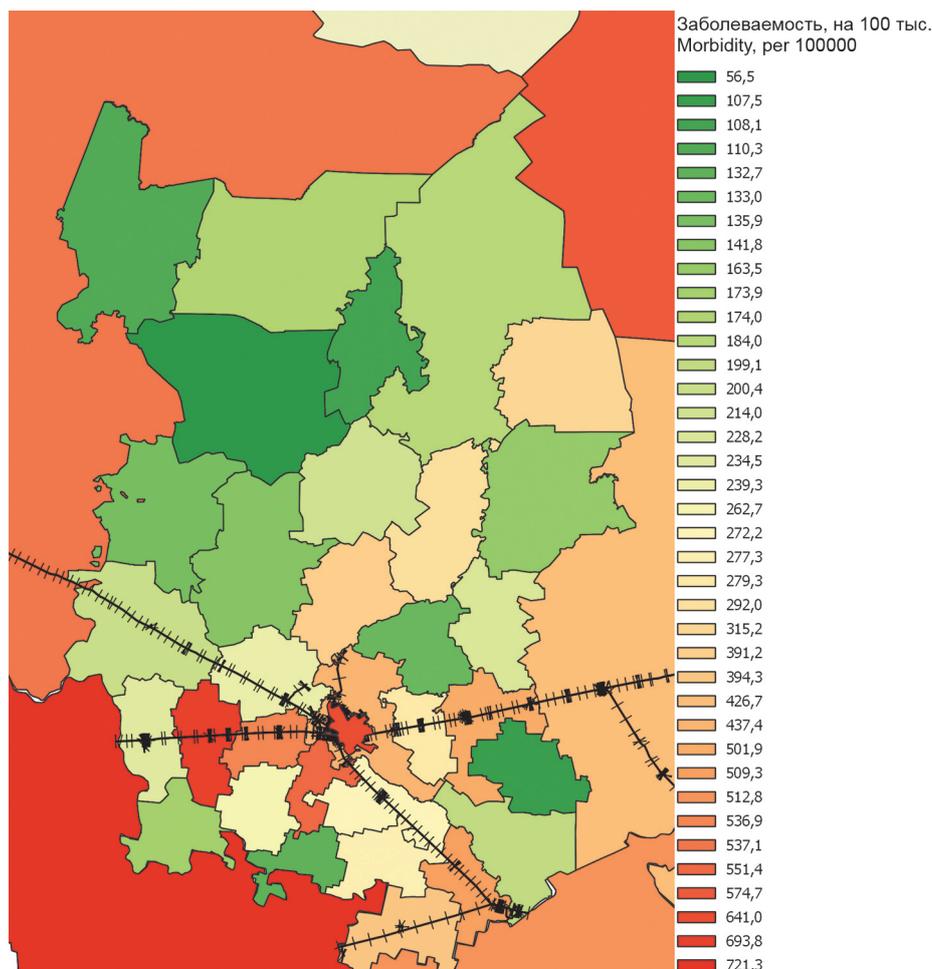


Рис. 1. Территориальное распределение заболеваемости COVID-19 населения Омской области на 10.09.2020 (показатели на 100 тыс. населения соответствующей территории)

Fig. 1. Spatial distribution of COVID-19 morbidity in Omsk Region as of 10.09.20 (per 100000 pop.)

ловозрастной структуры населения Омской области (рис. 2). Так, удельный вес лиц молодого возраста (до 19 лет включительно) в структуре случаев COVID-19 составлял 5,8 и 3,5 % против 25,9 и 21,2 % для мужчин и женщин соответственно в структуре всего населения, что свидетельствует об относительно малой вовлеченности указанных возрастных групп в эпидемический процесс COVID-19 на территории Омской области. Возможным объяснением является своевременное закрытие детских дошкольных учреждений и перевод образовательных учреждений на удаленный режим работы, что привело к разобщению коллективов несовершеннолетних жителей Омской области и затруднило их заражение. С этим согласуется и несколько меньший удельный вес возрастных групп «20–29 лет» в структуре случаев COVID-19, составивший 10,0 и 7,8 % против 12,4 и 10,2 % для мужчин и женщин соответственно, что может быть так же связано с переводом колледжей и вузов на удаленный режим работы.

Наиболее вовлеченными в эпидемический процесс среди мужского населения оказались возрастные группы «45 лет и старше» (58,8 % в структуре заболевших COVID-19 против 36,7 % в общей численности), среди женского – «35 лет и старше» (81,8 % в структуре заболевших COVID-19 против 60,9 % в общей численности). Доля возрастных групп «55–69 лет» у мужчин и «50–69 лет» у женщин в структуре

случаев COVID-19 особенно значима: она составила 30,1 и 40,4 % против 19,8 и 28,0 % соответственно в структуре всего населения области.

Структура клинических форм среди вновь выявляемых случаев COVID-19 на протяжении анализируемого периода наблюдения претерпела ряд изменений. В течение первых недель эпидемии, когда число новых случаев было менее или равно 10–20 за неделю, преобладали бессимптомные формы или заболевания с клиникой ОРВИ. По мере увеличения количества новых случаев COVID-19 доля «ковидных» ОРВИ снижалась и, начиная с 7-й недели эпидемии (с 11 по 17 мая), как правило, не превышала 10 % среди всех выявленных за неделю. Удельный вес бессимптомных форм, составляя 60–70 % в период с 5-й по 8-ю неделю (с 27 апреля по 24 мая), затем опустился ниже 50 %, достигнув 30,6 % на 12-й неделе (с 15 по 21 июня) от начала эпидемии. К 16-й неделе (с 13 по 19 июля) доля бессимптомных форм увеличилась до 49,2 %, после чего постепенно снижалась до 15,5 % на 23-й неделе эпидемии (с 31 августа по 6 сентября). В последнюю неделю анализируемого периода (с 7 по 13 сентября) удельный вес бессимптомных на момент выявления форм COVID-19 резко вырос до 54,3 %.

В полном соответствии с колебаниями доли бессимптомных форм происходили изменения удельного веса «ковидных» пневмоний. На 9-й неделе

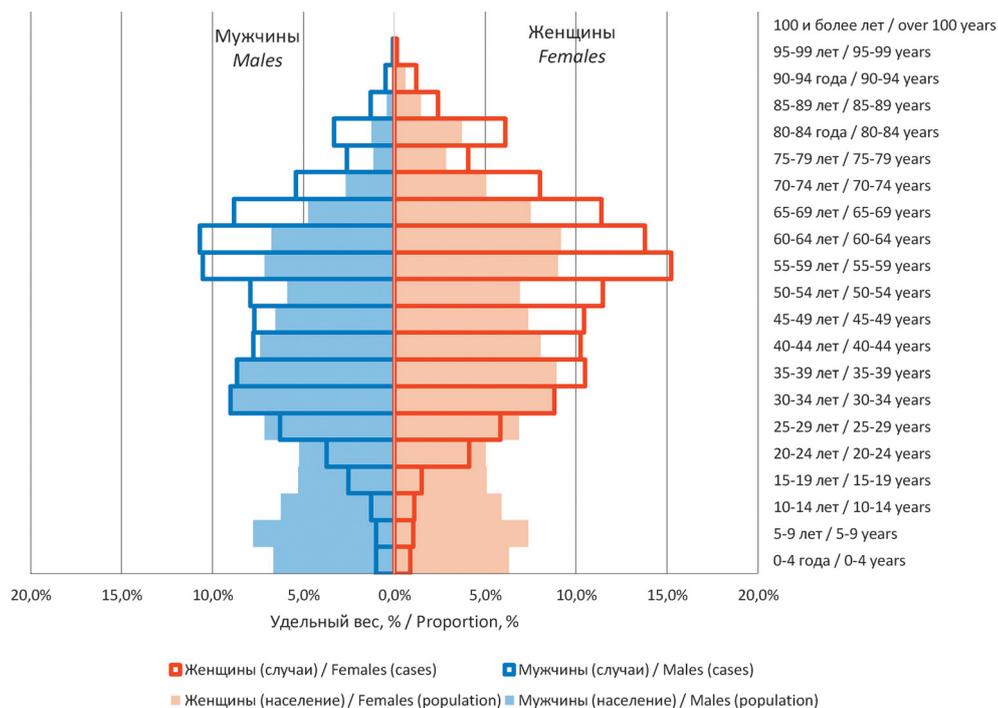


Рис. 2. Распределение случаев COVID-19 в Омской области по полу и возрасту в период с 27 марта по 10 сентября 2020 г. в сравнении с половозрастной структурой населения (%)

Fig. 2. Age and sex distribution of COVID-19 cases compared to age and sex distribution of population in Omsk Region during 27.03.20–10.09.20 (%)

(с 25 по 31 мая) доля пневмоний среди всех случаев COVID-19 выросла с 20,0–25,0 % практически в 2 раза (до 46,7 %) и продолжала увеличиваться до 61,5 % на 12-й неделе (с 15 по 21 июня), затем к 16-й неделе (с 13 по 19 июля) постепенно уменьшалась до 43,6 %, после чего начала расти, достигнув 70,6 % на 23-й неделе эпидемии (с 31 августа по 6 сентября). В среднем доля пневмоний в структуре COVID-19 за весь период наблюдения составила 43,8 %.

На рис. 3 представлена сглаженная кривая среднесноголетней внутригодовой динамики эпидемического процесса внебольничных пневмоний в Омской

области в 2017–2019 гг. (черная линия) в сопоставлении с оперативными данными за 2020 г., начиная с 5-й недели эпидемии (с 27 апреля по 3 мая), после которой отмечается расхождение многолетней тенденции с данными текущего года. Вместо ожидаемого снижения наблюдается быстрый неуклонный рост среднего количества экстренных извещений (ЭИ), поданных за неделю, по которым окончательным диагнозом указана «внебольничная пневмония» (ВБП), что не удается объяснить регистрируемыми случаями пневмоний, верифицированных как COVID-19. Это свидетельствует о неполном выявлении «ковидных»

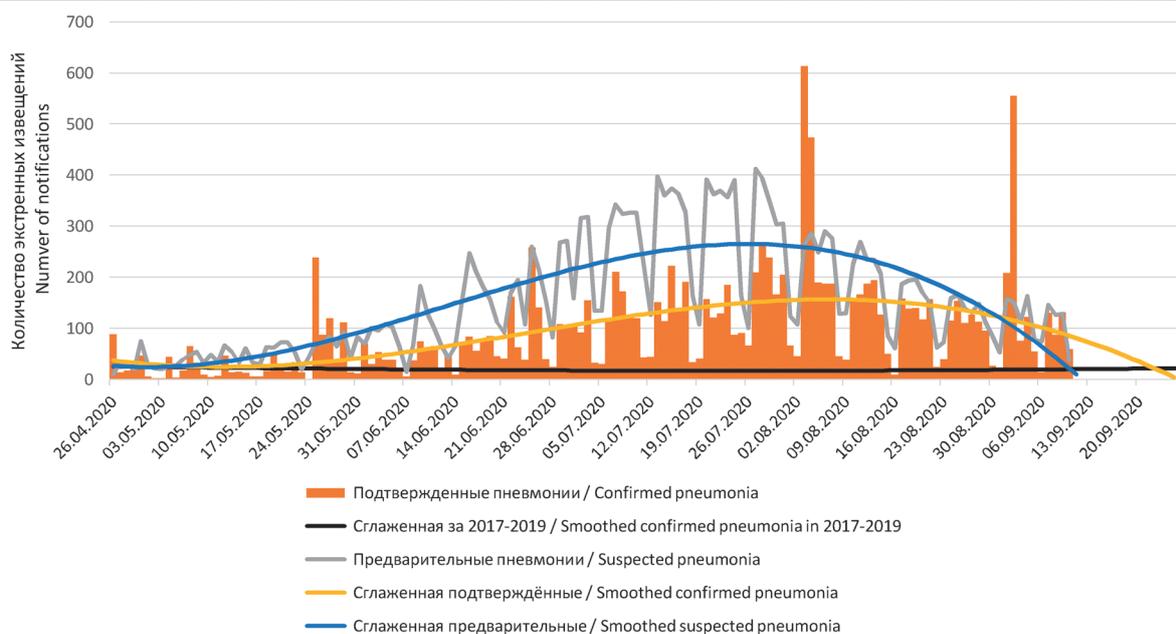


Рис. 3. Внутригодовая динамика регистрации случаев внебольничных пневмоний в 2020 г. в сравнении со среднесноголетними показателями за 2017–2019 гг. в Омской области (абс. по неделям)

Fig. 3. Seasonality of pneumonia cases in Omsk Region in 2020 by week compared to 2017–2019 average (abs.)

пневмоний. На 18-й неделе эпидемии (с 27 июля по 2 августа) подтверждено 1200 случаев ВБП против 120 в этот же период в 2017–2019 гг., на 19-й неделе эпидемии (3–9 августа) – 1736 против 121, на 20-й неделе (10–16 августа) – 890 против 123, а к концу анализируемого периода (4–10 сентября, 24-я неделя от начала эпидемии) – 600 подтвержденных случаев ВБП против 138 среднестатистических.

Для оценки динамики распространения COVID-19 в Омской области в сравнении с Москвой и Московской областью построен график кумулятивного числа случаев (по данным ресурса «стопкоронавирус.рф»). Данные по регионам совмещены во времени по дате регистрации в регионе первых 100 случаев. Для обеспечения наглядности на графике представлены опорные линии, отмечающие удвоение числа случаев каждые пять, семь и десять дней (рис. 4). Чем сильнее на графике кривая «изгибается» к горизонту, тем медленнее развивается эпидемический процесс: выраженный изгиб заметен на кривых столичного региона, в то время как кривая Омской области имеет менее выраженный изгиб, что отражает значительно меньшую скорость снижения трансмиссии COVID-19. Вместе с тем увеличение времени удвоения количества случаев с 7 до 10 дней в Омской области отмечено после 26-го дня от точки отсчета, а в Москве – намного позже (78-й день после регистрации первых 100 случаев). Среди возможных объяснений причин выявленных различий в характере логарифмических кривых – более раннее относительно начала распространения COVID-19 введение ограничительных мероприятий, но их менее жесткий характер в Омской области по сравнению с Москвой.

Величины базового показателя репродукции, вычисленные на основе экспоненциального темпа прироста кумулятивного числа случаев COVID-19 в течение раннего периода распространения инфекции в Омской области, составили 1,5 и 1,4 при дельта- и экспоненциально распределенном серийном интерва-

ле соответственно. Обе эти оценки свидетельствуют о наличии потенциала COVID-19 к распространению на территории Омской области. Ожидаемый размах эпидемии в случае продолжения действия ограничительных мер может быть в пределах от 50,8 до 58,0 % зараженного населения, а порог коллективного иммунитета – от 28,6 до 33,3 % соответственно. В условиях изменяющейся интенсивности противоэпидемических мероприятий реальный размах эпидемии может быть иным. Так, по оценкам ВОЗ [10], базовый показатель репродукции COVID-19 значительно выше $2,0 \div 2,5$. Таким образом, при отсутствии проводимых в Омской области противоэпидемических мероприятий ожидаемый естественный размах эпидемии мог бы составить от 79,7 до 89,3 % зараженного населения, а порог коллективного иммунитета – от 50,0 до 60,0 % соответственно.

Средняя оценка R_t на протяжении периода наблюдения составила 1,10, варьируя от 0,69 до 1,99 (рис. 5), что в целом наглядно демонстрирует существенно, но недостаточно подавляемый системой эпидемиологического надзора потенциал COVID-19 к распространению среди населения Омской области.

Таким образом, на фоне проводимых противоэпидемических мероприятий в период с 27 марта по 10 сентября 2020 г. экспоненциальный темп прироста кумулятивного количества случаев COVID-19 составлял 4,5 % в сутки, базовый показатель репродукции (R_0) – 1,4–1,5, эффективный показатель репродукции (R_t) – 1,10, порог коллективного иммунитета – 28,6 %. Ожидаемый размах эпидемии в случае продолжения сдерживания эпидемического процесса может достигнуть 58,0 % переболевшего населения. Фактически после подъема заболеваемости минимальный суточный прирост числа случаев (15 случаев) отмечен на 22-й неделе эпидемии – 25 августа, что можно считать условной границей эпидемического цикла. В целом за цикл от начала регистрации до 26 августа было зарегистрировано 9085 случаев, или 0,47 % пораженного населения, что соответству-

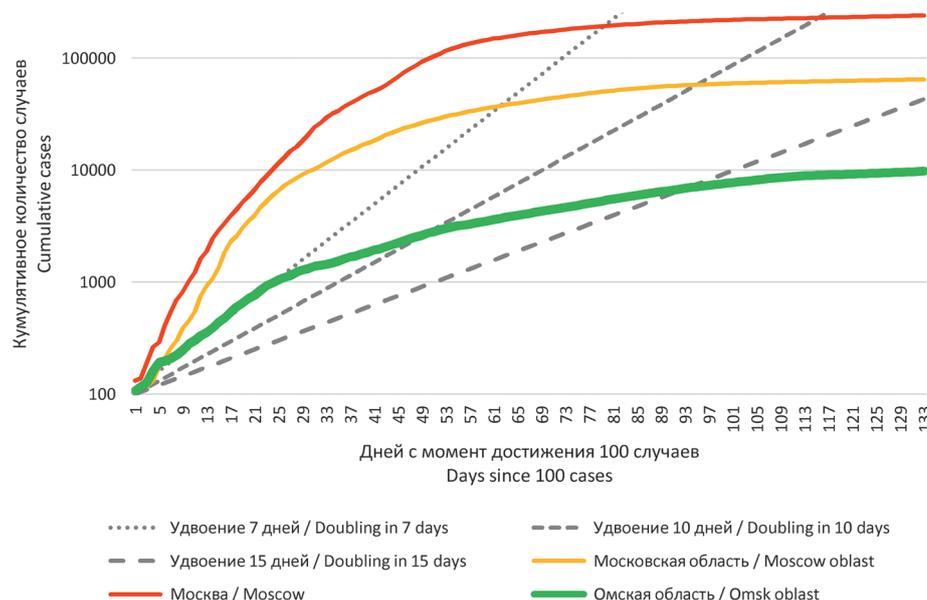


Рис. 4. Динамика роста кумулятивного количества заболевших COVID-19, совмещение на дату регистрации 100 случаев (абс., логарифмическая шкала)

Fig. 4. Cumulative counts of COVID-19 cases, curves combined at 100 cases (abs. log scale)

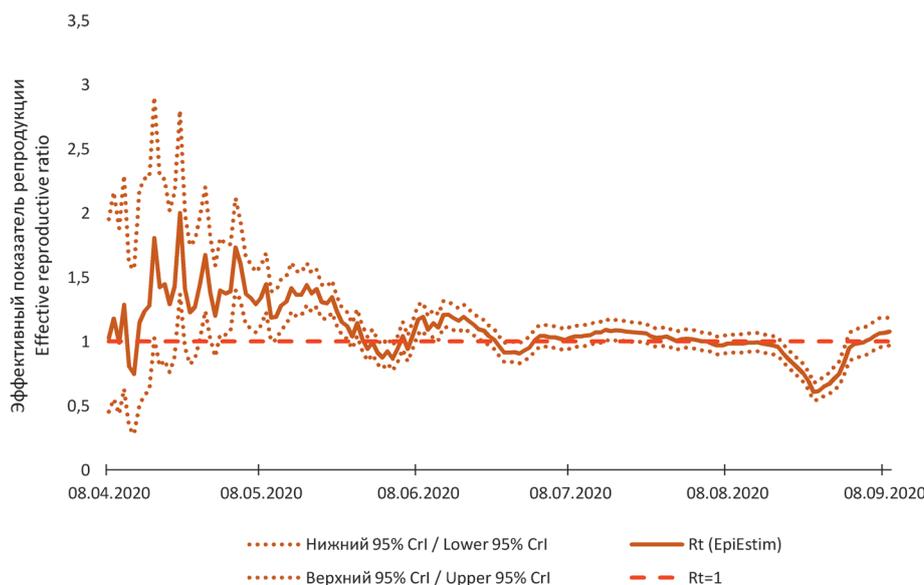


Рис. 5. Оперативная оценка эффективного показателя репродукции COVID-19 в Омской области в период с 8 апреля по 10 сентября 2020 г.

Fig. 5. Time-varying reproduction ratio of COVID-19 in Omsk Region during 08.04.20–10.09.20

ет базовому показателю репродукции 1,00236, свидетельствующему об эффективности проводившихся мероприятий.

Потенциал COVID-19 к распространению среди населения Омской области подавлен недостаточно. Уменьшение количества выявляемых вирусоносителей и неполное выявление COVID-19 среди заболевших внебольничными пневмониями создают дополнительные риски для скрытого распространения инфекции и осложнения эпидемической ситуации. Сохранение ограничительных мероприятий и превышение порога коллективного иммунитета (28,6 % населения) позволит значительно снизить риски усиления распространения COVID-19 в Омской области.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

References / Список литературы

1. WHO. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID19 – 11 March 2020. (Cited 29.07.20) [Internet]. Available from: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>.
2. WHO. Coronavirus disease (COVID-19). Dashboard. (Cited 13.09.20) [Internet]. Available from: <https://covid19.who.int/table?tableDay=yesterday&tableChartType=heat>.
3. Wallinga J., Lipsitch M. How generation intervals shape the relationship between growth rates and reproductive numbers. *Proc. Biol. Sci.* 2007; 274(1609):599–604. DOI: 10.1098/rspb.2006.3754.
4. Nishiura H., Linton N.M., Akhmetzhanov A.R. Serial interval of novel coronavirus (COVID-19) infections. *Int. J. Infect. Dis.* 2020; 93:284–6. DOI: 10.1016/j.ijid.2020.02.060.
5. Park M., Cook A.R., Lim J.T., Sun Y., Dickens B.L. A systematic review of COVID-19 epidemiology based on current evidence. *J. Clin. Med.* 2020; 9(4):967. DOI: 10.3390/jcm9040967.
6. Miller J.C. A note on the derivation of epidemic final sizes. *Bull. Math. Biol.* 2012; 74(9):2125–41. DOI: 10.1007/s11538-012-9749-6.

7. Rodpothong P., Auewarakul P. Viral evolution and transmission effectiveness. *World J. Virol.* 2012; 1(5):131–4. DOI: 10.5501/wjv.v1.i5.131.

8. Cori A., Ferguson N.M., Fraser C., Cauchemez S. A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics. *Am. J. Epidemiol.* 2013; 178(9):1505–12. DOI: 10.1093/aje/kwt133.

9. Stolwijk A.M., Straatman H., Zielhuis G.A. Studying seasonality by using sine and cosine functions in regression analysis. *J. Epidemiol. Community Health.* 1999; 53(4):235–8. DOI: 10.1136/jech.53.4.235.

10. WHO. Coronavirus disease (COVID-19). Situation Report – 46. (Cited 29.07.20) [Internet]. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronavirus/situation-reports/20200306-sitrep-46-covid-19.pdf?sfvrsn=96b04adf_4.

Authors:

Blokh A.I., Pen'yevskaya N.A., Rudakov N.V. Omsk Research Institute of Natural Focal Infections; 7, Prospect Mira, Omsk, 644080, Russian Federation; e-mail: mail@oniipi.org. Omsk State Medical University; 12, Lenin St., Omsk, 644099, Russian Federation.

Lazarev I.I. Omsk State Medical University. 12, Lenin St., Omsk, 644099, Russian Federation. E-mail: novikovai@omsk-osma.ru.

Mikhailova O.A., Fedorov A.S. Center for Hygiene and Epidemiology in Omsk region. 42A, 27th Severnaya St., Omsk, 644116, Russian Federation. E-mail: epid@mail.omsksanepid.ru.

Pnevskii Y.A. Rospotrebnadzor Administration in Omsk Region. 98, 10 let Oktyabrya St., Omsk, 644001, Russian Federation. E-mail: pnevski@yandex.ru

Об авторах:

Блох А.И., Пеньевская Н.А., Рудаков Н.В. Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций; Российская Федерация, 644080, Омск, Проспект Мира, 7; e-mail: mail@oniipi.org. Омский государственный медицинский университет; Российская Федерация, 644099, Омск, ул. Ленина, 12.

Лазарев И.И. Омский государственный медицинский университет. Российская Федерация, 644099, Омск, ул. Ленина, 12. E-mail: novikovai@omsk-osma.ru.

Михайлова О.А., Федоров А.С. Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области. Российская Федерация, 644116, Омск, ул. 27-я Северная, 42А. E-mail: epid@mail.omsksanepid.ru.

Пневский Ю.А. Управление Роспотребнадзора по Омской области. Российская Федерация, 644001, Омск, ул. 10 лет Октября, 98. E-mail: pnevski@yandex.ru.