

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

© Гольдштейн Э.М., 2020



Факторы, влияющие на смертность от новой коронавирусной инфекции в разных субъектах Российской Федерации

Э.М. Гольдштейн[✉]

Гарвардская школа общественного здравоохранения, Бостон, США

Актуальность. Влияние таких факторов, как плотность населения, практика тестирования на SARS-CoV-2 (в совокупности с самоизоляцией/карантином для инфицированных и контактных лиц) и температура воздуха, на распространение и смертность от COVID-19 в разных субъектах РФ недостаточно изучено.

Материалы и методы. Плотность населения в разных субъектах РФ оценивается как количество населения на 1 км² земли населенных пунктов; температура оценивается как среднее между температурами в январе и июле; практика тестирования на SARS-CoV-2 оценивается через коэффициент летальности (процент летальных случаев среди всех выявленных случаев COVID-19 с известным исходом (выздоровевших + умерших)) — при более активном тестировании выявляется больше случаев заболевания COVID-19 в легкой и средней форме и коэффициент летальности уменьшается, т.е. коэффициент летальности находится в обратной зависимости от активности тестирования.

Результаты. Корреляция между плотностью населения и уровнем смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек в 85 субъектах РФ на 22.11.2020 г. равна 0,53 (0,36; 0,67); корреляция между коэффициентом летальности и уровнем смертности — 0,62 (0,47; 0,74). Результаты линейной регрессии говорят о том, что плотность населения и коэффициент летальности положительно связаны с уровнем смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек, а температура воздуха отрицательно связана с уровнем смертности от COVID-19 в 85 субъектах РФ.

Выводы. Более низкая плотность населения, более активное тестирование на SARS-CoV-2 и более высокая температура воздуха способствуют понижению уровня смертности от COVID-19 в разных субъектах РФ. В частности, следует принимать дополнительные меры для повышения уровня тестирования на SARS-CoV-2 среди разных категорий лиц, включая лиц, которые хотят тестироваться по собственной инициативе, лиц, обращающихся за медицинской помощью с симптомами ОРВИ, и контактных лиц для подтвержденных случаев COVID-19.

Ключевые слова: новая коронавирусная инфекция; смертность; плотность населения; коэффициент летальности; температура воздуха; тестирование; субъекты Российской Федерации.

Источник финансирования. Автор заявляет об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Гольдштейн Э.М. Факторы, влияющие на смертность от новой коронавирусной инфекции в разных субъектах Российской Федерации. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии*. 2020; 97(6): 604–607.

DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2020-97-6-11>

Поступила 26.11.2020

Принята в печать 10.12.2020

Factors affecting mortality for the novel coronavirus infection in different regions of the Russian Federation

Edward M. Goldstein[✉]

Harvard T.H. Chan School of Public Health, Boston, United States

Background. The influence of such factors as population density, practices for testing for the SARS-CoV-2 (combined with quarantine/self-isolation for infected individuals and their contacts) and ambient temperature

on the spread of the novel coronavirus infection and related mortality in the 85 different regions of the Russian Federation isn't well characterized.

Materials and methods. Population density in the different regions of the Russian Federation is measured as the number of persons per square kilometer of settled areas; ambient temperature is measured as the mean for January and July values; practices for testing for SARS-CoV-2 are characterized via case-fatality rates (the percent of deaths among cases with known outcome (recovered + fatal)) — under more active testing for SARS-CoV-2, greater numbers of mild/moderate cases of infection are detected, resulting in the decline in case-fatality rates, i.e. the intensity of testing is inversely proportional to the case-fatality rate.

Results. The correlation between population density and rates of mortality for COVID-19 per 100,000 persons on November 22, 2020 in the 85 different regions of the Russian Federation is 0.53 (0.36; 0.67); the correlation between case-fatality rates and rates of mortality for COVID-19 per 100,000 persons on Nov. 22, 2020 in the different regions of the Russian Federation is 0.62 (0.47; 0.74). Results of the linear regression suggest a positive association between population density, as well as case-fatality rates and rates of mortality for COVID-19 in the different regions of Russia, and a negative association between ambient temperature and rates of mortality for the novel coronavirus infection.

Conclusions. Lower population density, more active testing for SARS-CoV-2 and higher ambient temperature are associated with lower rates of mortality for COVID-19. In particular, additional measures should be implemented towards testing of different categories of individuals for SARS-CoV-2, including those seeking testing on their own initiative, those seeking medical help with respiratory symptoms, and contacts of confirmed COVID-19 cases.

Keywords: novel coronavirus infection; mortality; population density; case-fatality rate; ambient temperature; testing; regions of the Russian Federation.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The author declares no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Goldstein E.M. Factors affecting mortality for the novel coronavirus infection in different regions of the Russian Federation. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology = Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii*. 2020; 97(6): 604–607. (In Russ.).
DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2020-97-6-11>

Received 26 November 2020
Accepted 10 December 2020

Введение

Лабораторная диагностика новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 в совокупности с самоизоляцией для инфицированных лиц и отслеживанием/карантином для лиц, контактировавших с инфицированным лицом (контактных лиц), является эффективным способом для уменьшения распространения SARS-CoV-2 и снижения уровня соответствующей смертности¹. Например, в Исландии соответствующая диагностика и карантин/самоизоляция активно практикуются — так, используя серологические данные и данные о лабораторной (полимеразная цепная реакция) диагностике SARS-CoV-2, исследователи оценили, что 56% всех случаев заражения SARS-CoV-2 в Исландии были лабораторно диагностированы [1], что способствовало уменьшению распространения этой инфекции в стране. Ряд исследований указывают на то, что плотность населения положительно связана с распространением SARS-CoV-2 [2–4]. Например, результаты серологического исследования в Испании говорят о том, что уровень заражения SARS-CoV-2 в городах с населением более 100 тыс. человек в среднем составлял 6%, а в разных типах городов и поселений с населением менее 100 тыс. человек —

не более 3,8% [5]. Ряд исследований указывают на то, что SARS-CoV-2 распространяется среди населения медленнее при более высокой температуре воздуха [4, 6, 7]. При этом влияние плотности населения, практики тестирования на SARS-CoV-2 и температуры воздуха на распространение и смертность от COVID-19 в разных субъектах РФ недостаточно изучено.

При более активном тестировании на SARS-CoV-2 лабораторно подтверждается большее количество случаев инфицирования, что способствует предотвращению большего количества новых инфекций путем самоизоляции/карантина для выявленных случаев и контактных лиц, что уменьшает темп распространения инфекции среди населения. Также при более активном тестировании на SARS-CoV-2 выявляется больше случаев заболевания COVID-19 в легкой и средней форме и коэффициент летальности, т.е. процент смертельных случаев среди всех выявленных случаев COVID-19, уменьшается. Хотя активность тестирования непросто напрямую оценить из данных, коэффициент летальности находится в обратной зависимости от активности тестирования в разных субъектах РФ, а коэффициент летальности можно оценить из оперативных данных о SARS-CoV-2.

Цель исследования — оценка связи между плотностью населения, практикой тестирования на SARS-CoV-2, температурой воздуха и смертностью

¹ ВОЗ. Выявление контактных лиц в контексте COVID-19.
URL: <https://www.who.int/publications/i/item/contact-tracing-in-the-context-of-covid-19>

Результаты линейной регрессии зависимости уровня смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек на 22.11.2020 г. от плотности населения, коэффициента летальности и температуры воздуха в 85 субъектах РФ

Results of the linear regression with the outcome being the rate of mortality for the novel coronavirus infection per 100,000 on November 22, 2020 in the 85 different regions of the Russian Federation, and the covariates being the population density, case-fatality rate for the novel coronavirus infection and the ambient temperature

Параметр Parameter	Изменение в уровне смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек на единицу параметра (коэффициенты) Change in the rates of mortality for the novel coronavirus infection per 100,000 on November 22, 2020 per unit of parameter (coefficients)	<i>p</i>
Плотность населения (на 1 км ² земли населенных пунктов) Population density (per sq. km of settled areas)	0,087 (0,05; 0,12)	<0,000001
Коэффициент летальности, % Case-fatality rate, %	5,861 (3,87; 7,85)	<0,000001
Температура воздуха, °C Ambient temperature, °C	-0,733 (-1,15; -0,32)	0,0008

от COVID-19 в разных субъектах РФ с начала эпидемии до 22.11.2020 г.

Материалы и методы

Мы использовали оперативные данные о количестве выздоровевших среди выявленных случаев COVID-19 и количестве смертей от COVID-19 в разных субъектах РФ на 22.11.2020 г.², а также данные Росстата о численности населения в разных субъектах РФ на 01.01.2020 г.³ в целях оценки уровня смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек. Мы также использовали данные Росреестра о землях населенных пунктов в разных субъектах РФ⁴ и данные о средней температуре воздуха по субъекту РФ в январе и июле 2018 г.⁵ (2018 г. — это последний год, для которого результаты анализа данных о температуре в разных субъектах РФ были опубликованы).

Плотность населения в разных субъектах РФ оценивали как количество населения на 1 км² земли населенных пунктов. Коэффициент летальности рассчитывали как процент летальных случаев среди всех выявленных случаев COVID-19 с известным исходом (выздоровевших + умерших) в разных субъектах РФ в период 31.01.2020–22.11.2020. Как отмечалось выше, коэффициент летальности

находится в обратной зависимости от активности тестирования на SARS-CoV-2. Температуру воздуха определяли как среднее между температурами в январе и июле 2018 г. в разных субъектах РФ.

Мы оценили корреляцию между (а) плотностью населения, (б) коэффициентом летальности, (в) температурой воздуха и смертностью от COVID-19 на 100 тыс. человек в 85 субъектах РФ. Для определения зависимости уровня смертности от COVID-19 в совокупности от плотности населения, коэффициента летальности и температуры воздуха в 85 субъектах РФ использовали линейную регрессию.

Результаты

На 22.11.2020 г. в 85 субъектах РФ корреляция между плотностью населения и уровнем смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек равна 0,53 (0,36; 0,67), между коэффициентом летальности и уровнем смертности от COVID-19 — 0,62 (0,47; 0,74), между температурой воздуха и уровнем смертности от COVID-19 — -0,10 (-0,31; 0,11).

При увеличении плотности населения на 1 км² на 1 человека уровень смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек на 22.11.2020 г. увеличивается на 0,087 (**таблица**). При увеличении коэффициента летальности от COVID-19 на 1% уровень смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек на 22.11.2020 г. увеличивается на 5,861. При увеличении температуры воздуха на 1°C уровень смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек на 22.11.2020 г. уменьшается на 0,733. Отметим, что в Санкт-Петербурге уровень смертности от COVID-19 на 100 тыс. человек является самым высоким в России, а выявляемость SARS-CoV-2 — одна из самых низких (коэффициент летальности — один из самых высоких в России) [8]. Отметим также, что коэффициент детерминации (R^2) для регрессионной модели равен 0,54, что говорит о влиянии других факторов (помимо 3 факторов, включенных в регрессионную модель) на уровень смертности от COVID-19 в разных

² Стопкоронавирус.РФ. Оперативные данные. 2020. URL: <https://стопкоронавирус.рф>

³ Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Численность постоянного населения на 1 января 2020. URL: <https://showdata.gks.ru/report/278928/>

⁴ Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2020 (в разрезе субъектов Российской Федерации). 2020. URL: <https://rosreestr.gov.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/>

⁵ Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Российский статистический ежегодник 2019. URL: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b19_13/Main.htm

субъектах РФ. Одним из таких факторов является поведение людей (ношение масок, соблюдение социальной дистанции и т.д.).

Выводы

Осенью и зимой 2020 г. SARS-CoV-2 активно циркулирует в северном полушарии, включая территорию России. При этом влияние различных факторов на распространение и смертность от COVID-19 в разных субъектах РФ недостаточно изучено. Ряд исследований показали, что помимо поведения людей (ношение масок, соблюдение социальной дистанции и т.д.) на распространение SARS-CoV-2 влияют плотность населения, температура воздуха и практика тестирования на SARS-CoV-2.

Мы установили, что более низкая плотность населения, более активное тестирование на SARS-CoV-2 и более высокая температура воздуха способствуют понижению уровня смертности от COVID-19 в разных субъектах РФ. В частности, следует принимать дополнительные меры для повышения уровня тестирования на SARS-CoV-2 среди разных категорий населения, включая лиц, которые хотят тестироваться по собственной инициативе, лиц, обращающихся за медицинской помощью с симптомами ОРВИ, и контактных лиц для подтвержденных случаев COVID-19.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gudbjartsson D.F., Norddahl G.L., Melsted P., Gunnarsdottir K., Holm H., Eythorsson E., et al. Humoral Immune Response to SARS-CoV-2 in Iceland. *N. Engl. J. Med.* 2020; 383(18): 1724–34. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2026116>
2. Bhadra A., Mukherjee A., Sarkar K. Impact of population density on COVID-19 infected and mortality rate in India. *Model. Earth Syst. Environ.* 2020; 1–7. <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00984-7>
3. Coskun H., Yildirim N., Gunduz S. The spread of COVID-19 virus through population density and wind in Turkey cities. *Sci. Total Environ.* 2021; 751: 141663. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141663>
4. Rubin D., Huang J., Fisher B.T., Gasparrini A., Tam V., Song L., et al. Association of social distancing, population density, and temperature with the instantaneous reproduction number of SARS-CoV-2 in counties across the United States. *JAMA Netw. Open.* 2020; 3(7): e2016099. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.16099>
5. Pollán M., Pérez-Gómez B., Pastor-Barriuso R., Oteo J., Hernán M.A., Pérez-Olmeda M., et al. Prevalence of SARS-CoV-2

Информация об авторе

Гольдштейн Эдвард Михайлович[✉] — к.ф.-м.н., с.н.с. Гарвардской школы общественного здравоохранения, Бостон, США.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6795-0559>.
E-mail: egoldste@hsph.harvard.edu

in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *Lancet.* 2020; 396(10250): 535–44. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31483-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31483-5)

6. Mecenas P., Bastos R.T.D.R.M., Vallinoto A.C.R., Normando D. Effects of temperature and humidity on the spread of COVID-19: A systematic review. *PLoS One.* 2020; 15(9): e0238339. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238339>
7. Carson R.T., Carson S.L., Dye T.K., Mayfield S.A., Moyer D.C., Yu C.A., et al. COVID-19's U.S. temperature response profile. *MedRxiv.* 2020; 2020.11.03.20225581. <https://doi.org/10.1101/2020.11.03.20225581>
8. Гольдштейн Э.М. Выявляемость, коэффициент летальности и уровень смертности от новой коронавирусной инфекции в разных субъектах Российской Федерации во время и до осенней волны эпидемии. *COVID19-PREPRINTS.MICROBE.RU.* Препринт. 2020. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111901>

REFERENCES

1. Gudbjartsson D.F., Norddahl G.L., Melsted P., Gunnarsdottir K., Holm H., Eythorsson E., et al. Humoral Immune Response to SARS-CoV-2 in Iceland. *N. Engl. J. Med.* 2020; 383(18): 1724–34. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2026116>
2. Bhadra A., Mukherjee A., Sarkar K. Impact of population density on Covid-19 infected and mortality rate in India. *Model. Earth Syst. Environ.* 2020; 1–7. <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00984-7>
3. Coskun H., Yildirim N., Gunduz S. The spread of COVID-19 virus through population density and wind in Turkey cities. *Sci. Total Environ.* 2021; 751: 141663. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141663>
4. Rubin D., Huang J., Fisher B.T., Gasparrini A., Tam V., Song L., et al. Association of social distancing, population density, and temperature with the instantaneous reproduction number of SARS-CoV-2 in counties across the United States. *JAMA Netw. Open.* 2020; 3(7): e2016099. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.16099>
5. Pollán M., Pérez-Gómez B., Pastor-Barriuso R., Oteo J., Hernán M.A., Pérez-Olmeda M., et al. Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *Lancet.* 2020; 396(10250): 535–44. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31483-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31483-5)
6. Mecenas P., Bastos R.T.D.R.M., Vallinoto A.C.R., Normando D. Effects of temperature and humidity on the spread of COVID-19: A systematic review. *PLoS One.* 2020; 15(9): e0238339. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238339>
7. Carson R.T., Carson S.L., Dye T.K., Mayfield S.A., Moyer D.C., Yu C.A., et al. COVID-19's U.S. temperature response profile. *MedRxiv.* 2020; 2020.11.03.20225581. <https://doi.org/10.1101/2020.11.03.20225581>
8. Goldstein E. Detectability of the novel coronavirus (SARS-CoV-2) infection, case-fatality rates and rates of mortality for COVID-19 in different regions of the Russian Federation. *COVID19-PREPRINTS.MICROBE.RU.* Preprint. 2020. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111901> (in Russian)

Information about the author

Edward M. Goldstein[✉] — PhD (Physics and Mathematics), senior research scientist, Harvard T.H. Chan School of Public Health, Boston, USA.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6795-0559>.
E-mail: egoldste@hsph.harvard.edu