

Влияние возраста на распространение новой коронавирусной инфекции в семьях, школах и во всём населении

Эдвард Гольдштейн (Edward Goldstein)^{1,*}

1. Гарвардская школа общественного здравоохранения, Бостон, США

*. Электронная почта: egoldste@hsph.harvard.edu

Аннотация

Актуальность: Новая коронавирусная инфекция распространяется неравномерно в разных возрастных группах. Изучение распространения новой коронавирусной инфекции усложняется тем, что количество случаев заражения новой коронавирусной инфекцией в населении значительно превышает количество лабораторно подтверждённых случаев новой коронавирусной инфекции. Мы провели обзор литературы для того, чтобы оценить связь между возрастом и восприимчивостью к новой коронавирусной инфекции, и изучить влияние возраста и других факторов на распространение новой коронавирусной инфекции в семьях, среди школьников в разных возрастных группах, среди людей старше 60-и лет, и среди людей в возрасте 18-59 лет.

Результаты: По сравнению с людьми в возрасте 18-59 лет, восприимчивость к новой коронавирусной инфекции несколько выше у людей старше 60-и лет, и ниже у детей, причем у детей восприимчивость к инфекции в целом увеличивается с возрастом. Большинство серологических исследований указывают на то, что среди разных возрастных групп, уровень заражения новой коронавирусной инфекцией самый высокий у людей в возрасте 18-59 лет, особенно в возрасте 18-39 лет. При отсутствии мер по контролю за распространением инфекции в школах, новая коронавирусная инфекция активно распространяется среди старшеклассников, и относительно менее активно распространяется среди

учеников младших классов. При наличии мер по контролю за распространением инфекции в школах, таких как ношение масок, уменьшение количества учеников в классе и активное тестирование школьников/учителей на новую коронавирусную инфекцию с последующим карантином для контактных лиц, распространение новой коронавирусной инфекции в школах ограничено.

Выводы: Учитывая повышенную восприимчивость к новой коронавируной инфекции и повышенный риск осложнений при инфицировании у людей старше 60-и лет, меры по уменьшению количества контактов для людей старше 60-и лет (такие как выделение отдельных часов работы магазинов для людей старше 60-и лет) необходимы для уменьшения уровней госпитализации и смертности от новой коронавирусной инфекции. Меры по контролю за распространением инфекции в школах, таких как ношение масок и активное тестирование на новую коронавирусную инфекцию, особенно среди старшеклассников/учителей, способствуют уменьшению распространения инфекции в школах. Меры, направленные на уменьшение количества контактов среди людей в возрасте 18-59 лет способствуют уменьшению распространения инфекции во всём населении.

Введение

Уровень серьёзных осложнений, включая смертность от новой коронавирусной инфекции наиболее высок среди людей старше 60-и лет, в то время как заражение новой коронавирусной инфекцией среди более молодых людей, особенно среди детей старше 1-го года протекает большей частью в легкой/средней форме [1,2]. При этом, люди в разных возрастных группах в разной мере способствуют распространению новой коронавирусной инфекции в населении. Большинство серологических исследований указывают на то, что среди разных возрастных групп, уровень заражения новой коронавирусной инфекцией самый высокий у людей в возрасте 18-59 лет, особенно в возрасте 18-

39 лет [3-8]. Анализ эпидемий в 767 округах в США показал, что при росте числа случаев COVID-19 в населении, процент тестов, положительных на новую коронавирусную инфекцию возрастал сильнее у людей младше 65-и лет (особенно у людей в возрасте 18-24 лет) по сравнению с людьми старше 65-и лет [9]. Всё это говорит о том, что люди в разных возрастных группах играют разную роль в распространении новой коронавирусной инфекции в населении. В этой статье, используя поисковую систему [10] для литературы о новой коронавирусной инфекции, мы оценили связь между возрастом и восприимчивостью к новой коронавирусной инфекции, и изучили влияние возраста и других факторов на распространение новой коронавирусной инфекции в семьях, среди школьников в разных возрастных группах, среди людей старше 60-и лет, и среди людей в возрасте 18-59 лет.

Люди старше 60-и лет

Восприимчивость к инфекции: Ряд исследований контактных лиц для подтверждённых случаев COVID-19 показало, что восприимчивость к инфекции (риск заражения) у людей старше 60-и лет несколько выше, чем у людей в возрасте 18-59 лет. Например, в исследовании [11], отношение шансов (ОШ) для заражения новой коронавирусной инфекцией у контактных лиц в возрасте старше 60-и лет по сравнению с людьми в возрасте 20-59 лет равно 1.59 (1.05,2.38). В исследовании [12], ОШ для заражения новой коронавирусной инфекцией у контактных лиц в возрасте старше 65-и лет по сравнению с людьми в возрасте 15-64 лет равно 1.67 (1.12,1.92). В исследовании [13], ОШ для заражения новой коронавирусной инфекцией у контактных лиц в возрасте старше 60-и лет по сравнению с людьми в возрасте 18-44 лет равно 2.34 (1.39,3.97), в то время как ОШ для заражения новой коронавирусной инфекцией у контактных лиц в возрасте 45-59 лет по сравнению с людьми в возрасте 18-44 лет равно 1.16 (0.70,1.92). В то же время, в исследованиях [14-16], разница в риске заражения новой

коронавирусной инфекцией в разных возрастных группах взрослых не была статистически значима.

Процент инфицированных лиц в населении: Большинство серологических исследований указывают на то, что уровень заражения новой коронавирусной инфекцией у людей в возрасте 18-59 лет выше, чем у людей старше 60-и лет [3-8,17-21]. При этом, в ряде стран/регионов, например в Испании [22], Венгрии [23], в провинция Лигурия и Ломбардия в Италии [24], и в Ухани (КНР) [25], среди всех возрастных групп, уровень заражения новой коронавирусной инфекцией самый высокий у людей старше 60-и лет. Столь высокий уровень инфицирования среди людей старше 60-и лет по сравнению с другими возрастными группами в ряде стран связан прежде всего с тем, что люди старше 60-и лет в некоторых регионах не уменьшили количество контактов с людьми в большей мере, чем представители других возрастных групп.

Меры по контролю над распространением инфекции среди лиц старше 60-и лет: Вышеуказанные результаты в совокупности с высоким уровнем смертности от новой коронавирусной инфекции среди лиц старше 60-и лет говорят о целесообразности принятия мер по контролю над распространением инфекции среди лиц старше 60-и лет. В частности, целесообразны меры по уменьшению количества контактов для лиц старше 60-и лет (например, выделение отдельных часов работы магазинов для людей старше 60-и лет). Также, важно увеличение объёма тестирования на новую коронавирусную инфекцию среди людей старше 60-и лет и их контактных лиц. Отметим, что уровень тестирования на новую коронавирусную инфекцию является одним из факторов, которые влияют на распространение и уровень смертности от COVID-19 в разных субъектах Российской Федерации -- более высокий уровень тестирования способствует понижению распространения и уровня смертности от новой коронавирусной инфекции [26].

Дети

Восприимчивость к инфекции: Результаты ряда исследований заражения новой коронавирусной инфекцией среди контактных лиц говорят о том, что восприимчивость к инфекции у детей заметно ниже, чем у взрослых [11,12,14,15,27-29]. Ряд других исследований не нашли статистически значимых различий в восприимчивости к инфекции между детьми и взрослыми [13,16,30-34]. Различия в оценках между вышеуказанными исследованиями связано, в частности, с различиями в применяемой методологии. Например, некоторые исследования распространения новой коронавирусной инфекции в семьях считали индексными (первичными в семье) случаями только госпитализированных лиц [14,27,28], потенциально не фиксируя индексные случаи заражения среди детей; другие исследования потенциально ошибочно считали изначально зараженных детей не индексными, а контактными случаями в семьях. Поэтому, сложно точно оценить, насколько восприимчивость к инфекции у детей меньше, чем восприимчивость к инфекции у взрослых. Более того, восприимчивость к инфекции зависит от возраста ребёнка. Так, большое исследование заражения среди контактных лиц в семьях [29] указывает на то, что восприимчивость к инфекции увеличивается с возрастом ребёнка (за исключением относительно высокой восприимчивости к инфекции у детей младше 1-го года, Рис. 5 в статье [29]). В частности, восприимчивость к новой коронавирусной инфекции среди учеников старших классов выше, чем среди учеников младших классов.

Распространение инфекции в школах: Несколько исследований указывают на то, что при отсутствии мер по контролю за распространением инфекции в школах, новая коронавирусная инфекция активно распространяется среди старшеклассников, и относительно менее активно среди учеников младших классов. Например, во время весенней эпидемии новой коронавирусной инфекции в городе Крепи-ан-Валуа во Франции, около 40% старшеклассников заразились до закрытия школы [35]; при этом, распространение инфекции среди учеников младших классов было ограничено [36]. Отметим, что различия в

распространении инфекции между учениками старших и младших классов связаны с тем, что восприимчивость к новой коронавирусной инфекции увеличивается с возрастом у детей [29]. В школе в Израиле был зафиксирован высокий уровень инфицирования среди учеников 7-9 классов [37]. В одной из школ с большим количеством учеников в классах (36-38 учеников в классе) в г. Сантьяго, Чили, относительно высокий уровень инфицирования (около 10%) был выявлен среди учеников младших классов [38].

При наличии мер по контролю за распространением инфекции в школах, таких как ношение масок, уменьшение количества учеников в классе и активное тестирование школьников/учителей на новую коронавирусную инфекцию с последующим карантином для контактных лиц, распространение новой коронавирусной инфекции в школах ограничено. Например, в округе Солт-Лейк-Сити, штат Юта, США (где ношение масок в школе обязательно), в подавляющем большинстве школ количество инфицированных учеников ограничено (<15); также подавляющее большинство школ, в которых заразилось более 15-и учеников это школы для старшеклассников [39]. В австралийском штате Новый Южный Уэльс, распространение новой коронавирусной инфекции в школах весной 2020-го года было очень ограничено [40]; при этом, в школах проводилось активное тестирование на новую коронавирусную инфекцию, и лиц, контактировавших с зараженными школьниками или персоналом школы отправляли на двухнедельный карантин. Наконец, в земле Баден-Вюртемберг в Германии, где в школах практикуется разбиение классов на подгруппы и ряд других мер для контроля над распространения инфекции, среди 137-и зараженных школьников, только 6 заразили других учеников школ (инфицировав 11/1155 контактных лиц) [41].

Лица в возрасте 18-59 лет

Большинство серологических исследований указывают на то, что среди разных возрастных групп, уровень заражения новой коронавирусной инфекцией самый

высокий у людей в возрасте 18-59 лет, особенно в возрасте 18-39 лет [3-8,17-21]. Процент людей в возрасте 20-30 лет среди выявленных случаев COVID-19 в населении заметно вырос после снятия карантинных мер в ряде стран [42,43,37]. Анализ эпидемий в 767 округах в США показал, что при росте числа случаев COVID-19 в населении, процент тестов, положительных на новую коронавирусную инфекцию возрастал сильнее всего у людей в возрасте 18-24 лет [9]. Эти результаты связаны, в частности, с повышенным уровнем контактов для лиц в возрасте 18-59 лет, особенно 18-39 лет. Поэтому, меры, направленные на уменьшение количества контактов среди людей в возрасте 18-59 лет способствуют уменьшению распространения инфекции во всем населении.

Список литературы

- [1] Cevik M, Bamford CGG, Ho A. COVID-19 pandemic-a focused review for clinicians. *Clin Microbiol Infect.* 2020;26(7):842-847
- [2] Hildenwall H, Luthander J, Rhedin S, et al. Paediatric COVID-19 admissions in a region with open schools during the two first months of the pandemic. *Acta Paediatr.* 2020: 10.1111/apa.15432
- [3] Vassallo RR, Bravo MD, Dumont LJ, et al. Seroprevalence of Antibodies to SARS-CoV-2 in US Blood Donors. 2020.
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.09.17.20195131v1?rss=1%27>
- [4] Ward H, Atchison CJ, Whitaker M, Ainslie KEC, Elliot J, Okell LC, et al. Antibody prevalence for SARS-CoV-2 in England following first peak of the pandemic: REACT2 study in 100,000 adults. 2020.
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.08.12.20173690v2?rss=1%27>
- [5] Filho LA, Landmann Szwarcwald C, de Oliveira Garcia Mateos, et. al. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 among blood donors in Rio de Janeiro, Brazil. *Rev Saude Publica.* 2020; 54:69.

- [6] Takita M, Matsumura T, Yamamoto K, et al. Regional Difference in Seroprevalence of SARS-CoV-2 in Tokyo: Results from the community point-of-care antibody testing. 2020. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.06.03.20121020v1.full.pdf>
- [7] Streeck H, Schulte B, Kümmerer BM, et al. Infection fatality rate of SARS-CoV-2 infection in a German community with a super-spreading event. (2020). <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.04.20090076v2>
- [8] Stringhini S, Wisniak A, Piumatti G, et al. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in Geneva, Switzerland (SEROCoV-POP): a population-based study. *Lancet*. 2020;396(10247) 313-319
- [9] Oster AM, Caruso E, DeVies J, et al. Transmission Dynamics by Age Group in COVID-19 Hotspot Counties — United States, April–September 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)*. October 16, 2020 / 69(41);1494–1496 https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6941e1.htm?s_cid=mm6941e1_x
- [10] Living Evidence on COVID-19. A database with published articles from Pubmed and EMBASE and with preprints from medRxiv and bioRxiv. 2020. https://zika.ispm.unibe.ch/assets/data/pub/search_beta/
- [11] Jing QL, Liu MJ, Yuan J, et al. Household secondary attack rate of COVID-19 and associated determinants in Guangzhou, China: a retrospective cohort study. *Lancet Inf. Diseases* 2020;S1473-3099(20)30471-0
- [12] Zhang J, Litvinova M, Liang Y, et al. Changes in contact patterns shape the dynamics of the COVID-19 outbreak in China. *Science*. 2020. pii: eabb8001. doi: 10.1126/science.abb8001
- [13] Luo L, Liu D, Liao X, et al. Contact Settings and Risk for Transmission in 3410 Close Contacts of Patients With COVID-19 in Guangzhou, China. *Ann Intern Med*. 2020 Aug 13: M20-2671
- [14] Wu J, Huang Y, Tu C, et al. Household Transmission of SARS-CoV-2, Zhuhai, China, 2020. *Clin Infect Dis*. 2020 May 11;ciaa557
- [15] Rosenberg ES, Dufort EM, Blog DS, et al. COVID-19 Testing, Epidemic Features, Hospital Outcomes, and Household Prevalence, New York State—March 2020. *Clin. Inf. Diseases* 2020: ciaa549

- [16] Laxminarayan R, Wahl R, Dudala SR, et al. Epidemiology and transmission dynamics of COVID-19 in two Indian states. 2020.
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.07.14.20153643v1>
- [17] Uyoga S, Adetifa IMO, Karanja HK, et al. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in Kenyan blood donors. 2020.
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.07.27.20162693v1>
- [18] Capai L, Ayhan N, Masse S, et al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 IgG antibodies, in Corsica (France), April and June 2020. 2020.
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.09.29.20201368v1?rss=1%27>
- [19] Carrat F, de Lamballerie X, Rahib D, et al. Seroprevalence of SARS-CoV-2 among adults in three regions of France following the lockdown and associated risk factors: a multicohort study. 2020.
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.09.16.20195693v1?rss=1%27>
- [20] Hallal PC, Hartwig FP, Horta BL, et al. SARS-CoV-2 antibody prevalence in Brazil: results from two successive nationwide serological household surveys. *Lancet Global Health* 2020; 8: e1390–98
- [21] Rosenberg ES, Tesoriero JM, Rosenthal EM, et al. Cumulative incidence and diagnosis of SARS-CoV-2 infection in New York. *Annals of Epidemiology* 2020;48:23-29
- [22] Pollán M, Pérez-Gómez B, Pastor-Barriuso R, et al. Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *Lancet* 2020;396(10250):535-544
- [23] Merkely B, Szabó AJ, Kosztin A, et al. Novel coronavirus epidemic in the Hungarian population, a cross-sectional nationwide survey to support the exit policy in Hungary. *GeroScience*. 2020; 42(4): 1063–1074.
- [24] Vena A, Berruti M, Adessi A, et al. Prevalence of Antibodies to SARS-CoV-2 in Italian Adults and Associated Risk Factors. *J. Clin. Med.* 2020, 9(9), 2780
- [25] Chang L, Hou W, Zhao L, et al. The prevalence of antibodies to SARS-CoV-2 among blood donors in China. 2020.
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.07.13.20153106v1>
- [26] Гольдштейн Э. М. 2020. 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. <https://doi.org/10.21055/preprints-3111901>

[27] Hu S, Wang W, Wang Y, et al. Infectivity, susceptibility, and risk factors associated with SARS-CoV-2 transmission under intensive contact tracing in Hunan, China. 2020. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.07.23.20160317v2>

[28] Li W, Zhang B, Lu J, et al. The characteristics of household transmission of COVID-19. Clin Infect Dis. 2020. pii: ciaa450. doi: 10.1093/cid/ciaa450

[29] Dattner I, Goldberg Y, Katriel G, et al. The role of children in the spread of COVID-19: Using household data from Bnei Brak, Israel, to estimate the relative susceptibility and infectivity of children. 2020.

<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.06.03.20121145v1>

[30] Yousaf AR, Duca LM, Chu V, et al. A Prospective Cohort Study in Nonhospitalized Household Contacts With Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Infection: Symptom Profiles and Symptom Change Over Time. Clin Inf Dis. 2020: ciaa1072

[31] Bi Q, Wu Y, Mei S, et al. Epidemiology and transmission of COVID-19 in 391 cases and 1286 of their close contacts in Shenzhen, China: a retrospective cohort study. Lancet Infect Dis. 2020. pii: S1473-3099

[32] Maltezou HC, Vorou R, Papadima K, et al. Transmission dynamics of SARS-CoV-2 within families with children in Greece: a study of 23 clusters. J Med Virol. 2020 Aug 7: 10.1002/jmv.26394.

[33] Buonsenso D, Valentini P, De Rose C, et al. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in children with household exposition to adults with COVID-19: preliminary findings. 2020.

<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.08.10.20169912v1>

[34] Lewis NV, Chu VT, MD, Ye D, et al. Household Transmission of SARS-CoV-2 in the United States. Clin. Inf. Diseases 2020. ciaa1166, <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1166>

[35] Fontanet A, Tondeur L, Madec Y, et al. Cluster of COVID-19 in northern France: A retrospective closed cohort study. (2020)

<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.18.20071134v1>

- [36] Fontanet A, Grant R, Tondeur L, et al. SARS-CoV-2 infection in primary schools in northern France: A retrospective cohort study in an area of high transmission. Institute Pasteur. 2020. <https://www.pasteur.fr/fr/file/35404/download>
- [37] Stein-Zamir C, Abramson N, Shoob N, et al. A large COVID-19 outbreak in a high school 10 days after schools' reopening, Israel, May 2020. Eurosurveillance 2020;25(29)
- [38] Torres JP, Piñera C, De La Maza V, et al. SARS-CoV-2 antibody prevalence in blood in a large school community subject to a Covid-19 outbreak: a cross-sectional study. Clinical Infectious Diseases. 2020;ciaa955. doi:10.1093/cid/ciaa955
- [39] Salt Lake County. Covid-19 data dashboard. 2020. <https://slco.org/health/COVID-19/data/>
- [40] Macartney K, Quinn HE, Pillsbury AJ, et al. Transmission of SARS-CoV-2 in Australian educational settings: a prospective cohort study. Lancet Child & Adolescent Health, 2020. [https://www.thelancet.com/journals/lanchi/article/PIIS2352-4642\(20\)30251-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanchi/article/PIIS2352-4642(20)30251-0/fulltext)
- [41] Ehrhardt J, Ekinçi A, Krehl H, et al. Transmission of SARS-CoV-2 in children aged 0 to 19 years in childcare facilities and schools after their reopening in May 2020, Baden-Württemberg, Germany. Euro Surveill. 2020;25(36);pii=2001587.
- [42] Robert Koch Institut. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) 18.08.2020 – AKTUALISierter STAND FÜR DEUTSCHLAND. https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/2020-08-18-de.pdf?__blob=publicationFile
- [43] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu – RIVM. Epidemiologische situatie COVID-19 in Nederland. 13 oktober 2020. https://www.rivm.nl/sites/default/files/2020-10/COVID-19_WebSite_rapport_wekelijks_20201013_1159_0.pdf