

К вопросу о причинах активизации эпидемического процесса кори на этапе элиминации инфекции и прогнозе развития ситуации на ближайшую и отдаленную перспективу

Т. А. Платонова¹, А. А. Голубкова², С. С. Смирнова³

¹ООО «Европейский медицинский центр «УГМК-Здоровье», Екатеринбург, Россия

²ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Роспотребнадзора, Москва, Россия

³ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Екатеринбург, Россия

Коревая инфекция в последние годы приобретает особую актуальность в связи с регистрацией вспышек данного заболевания на различных территориях Российской Федерации и за рубежом.

Цель исследования — дать характеристику эпидемического процесса кори в крупном промышленном городе на ближайшую и отдаленную перспективу с использованием современных технологий математического моделирования, для принятия новых управленческих решений по контролю инфекции на этапе элиминации.

Материалы и методы. Материалами исследования были данные статистических отчетов о заболеваемости корью в Екатеринбурге с 1950 по 2019 гг. (70 лет наблюдения), медицинская документация заболевших корью, данные привитости населения (форма № 6 за 2000—2018 гг. и амбулаторные карты привитых против кори детей до двухлетнего возраста), результаты скрининга на противокоревые IgG сотрудников медицинских организаций, данные планового серологического мониторинга популяционного иммунитета к кори в «индикаторных» группах в период с 2013 по 2017 гг. и результаты математического моделирования заболеваемости корью в условиях разных сценариев ее профилактики.

Результаты. Под влиянием вакцинопрофилактики эпидемический процесс кори в Екатеринбурге — городе с населением в 1,5 млн жителей — претерпел значительные изменения. За период наблюдения заболеваемость снизилась до спорадического уровня, не стало индигенной кори, заносы с эндемичных территорий не имели последствий, эпидемический процесс был под контролем. Однако вспышки инфекции в 72 случая в 2016 году и 90 случаев в 2019 году изменили наше представление о кори как о ликвидированной инфекции.

Из факторов, которые привели к распространению инфекции в очагах, наиболее значимыми были наличие восприимчивых к кори детей и взрослых, в том числе среди ранее привитых, преимущественно в отдаленные от вакцинации и ревакцинации сроки, дефекты в клинической диагностике кори у первых и последующих заболевших и нарушения в организации и проведении противоэпидемических мероприятий.

Заключение. На основании данных математического моделирования эпидемического процесса кори при разных сочетаниях его детерминант, для элиминации инфекции, необходимо обеспечить привитость против кори в возрасте 1 год и 6 лет в 95—97,5%. В «уязвимых» по инфекции группах поставить на обсуждение вопрос о введении плановой ревакцинации среди лиц до 50-летнего возраста с интервалом в 10 лет.

Ключевые слова: корь, эпидемический процесс, стратегии элиминации, математическое моделирование

To the question of the reasons for the activation of the epidemic process of Measles at the stage of elimination of infection and the forecast of the situation in the near and long term

T. A. Platonova¹, A. A. Golubkova², S. S. Smirnova³

¹European medical center «UMMC-Health», Yekaterinburg, Russia

²Central research Institute of epidemiology of Rospotrebnadzor, Moscow, Russia

³Ural state medical University, Yekaterinburg, Russia

Introduction. Measles infection in recent years has become particularly relevant in connection with the registration of outbreaks of this disease in various territories of the Russian Federation and abroad.

The aim of the study is to characterize the epidemic process of measles in a large industrial city in the near and long term with the use of modern mathematical modeling technologies for making new management decisions on infection control at the elimination stage.

Materials and methods. The research materials were data from statistical reports of measles incidence in Yekaterinburg from 1950 to 2019 (70 years of follow-up), medical documentation of measles cases, population vaccination data (form No. 6 for 2000—2018 and outpatient maps of children under two years of age vaccinated against measles), results of screening for measles IgG of medical organizations, data of planned serological monitoring of population immunity to measles in «indicator» groups in the period from 2013 to 2017 and the results of mathematical modeling of measles incidence in different scenarios of its prevention.

Results. Under the influence of vaccination, the epidemic process of measles in Yekaterinburg — a city with a population of 1.5 million inhabitants—has undergone significant changes. During the observation period, the incidence decreased to sporadic levels, there was no indigenous measles, drifts from endemic areas had no consequences, the epidemic process was under control. However, outbreaks of 72 cases in 2016 and 90 cases in 2019 have changed our view of measles as a eradicated infection.

Of the factors that led to the spread of infection in the foci, the most significant were the presence of measles-susceptible children and adults, including those previously vaccinated, mainly in the periods remote from vaccination and revaccination, defects in the clinical diagnosis of measles in the first and subsequent cases, and violations in the organization and conduct of anti-epidemic measures.

Conclusion. Based on the data of mathematical modeling of the epidemic process of measles with different combinations of its determinants, for the elimination of infection, it is necessary to ensure vaccination against measles at the age of 1 year and 6 years in 95–97.5%. In vulnerable groups for infection to discuss the introduction of routine revaccination among people up to 50 years of age with an interval of 10 years.

Keywords: measles, epidemic process, elimination strategies, mathematical modeling

Для цитирования: Т. А. Платонова, А. А. Голубкова, С. С. Смирнова. К вопросу о причинах активизации эпидемического процесса кори на этапе элиминации инфекции и прогнозе развития ситуации на ближайшую и отдаленную перспективу. Детские инфекции. 2021; 20(1):51-55. doi.org/10.22627/2072-8107-2021-20-1-51-55

For citation: T. A. Platonova, A. A. Golubkova, S. S. Smirnova. To the question of the reasons for the activation of the epidemic process of measles at the stage of elimination of infection and the forecast of the situation in the near and long term. Detskie Infektsii=Children's Infections. 2021; 20(1):51-55. doi.org/10.22627/2072-8107-2021-20-1-51-55

Информация об авторах:

Платонова Татьяна Александровна (T. Platonova, PhD), к.м.н., заведующий эпидемиологическим отделом, врач-эпидемиолог; Европейский медицинский центр «УГМК-Здоровье», Екатеринбург, РФ; fill.1990@inbox.ru; orcid.org/0000-0001-5441-854X

Голубкова Алла Александровна (A. Golubkova, MD, professor), д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии и гигиены «Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва, РФ; allagolubkova@yandex.ru; orcid.org/: 0000-0003-4812-2165

Смирнова Светлана Сергеевна (S. Smirnova, PhD), к.м.н., доцент кафедры эпидемиологии, социальной гигиены и организации госсанэпидслужбы, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, РФ; smirnova_ss69@mail.ru; orcid.org/0000-0002-9749-4611

Плановая вакцинация против кори, которая проводится в нашей стране с 1967 года, позволила значительно изменить ситуацию по этой инфекции: снизилась заболеваемость, смертность, изменилась возрастная структура болеющих и очаговость. Стабильно благополучная ситуация по заболеваемости на территории страны и отсутствие индигенной кори позволили говорить о предпосылках к элиминации инфекции [1–3].

Однако, начиная с 2011 года, в ряде стран Европы и территории новых независимых государств был зарегистрирован рост заболеваемости корью с активным вовлечением в эпидемический процесс детей и взрослых, в том числе ранее привитых. Так, по данным ECDC, в 2017 году на территории Европейских государств было зарегистрировано 14 451 случай коревой инфекции, в 2018 году — 12 298, за 10 мес. 2019 года — 12 594, при этом наиболее неблагоприятная ситуация отмечалась во Франции, Италии, Румынии, Болгарии и Польше, что увеличило частоту заносов кори на территорию Российской Федерации. В ряде административных территорий РФ стали регистрироваться заносы кори с распространением в медицинских организациях, образовательных учреждениях и семьях. По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, в 2017 году число таких случаев составляло 725, в 2018 году — 2538. В 2019 году ситуацию по кори стабилизировать не удалось, число заболевших продолжало только увеличиваться [2–15].

Сложившаяся ситуация требует дальнейшего изучения проявлений эпидемического процесса кори, выявления его основных закономерностей и детерминант, для совершенствования системы эпидемиологического надзора и контроля инфекции на этапе ее элиминации.

Цель исследования — дать характеристику эпидемического процесса кори в крупном промышлен-

ном городе на ближайшую и отдаленную перспективу с использованием современных технологий математического моделирования, для принятия новых управленческих решений по контролю инфекции на этапе элиминации.

Материалы и методы исследования

В процессе исследования были проанализированы данные статистических отчетов о заболеваемости корью в Екатеринбурге за 70 лет (1950–2019 гг.): пояснительные записки к годовым отчетам санитарно-эпидемиологических станций «О движении инфекционных заболеваний», ф. № 85 (39), формы федерального государственного статистического наблюдения №№ 1,2 (65), а также экстренные извещения, ф. № 058/у (1319). Анализ проявлений эпидемического процесса проведен применительно к 6 периодам: довакцинальный (1950–1961 гг.), селективной иммунизации (1962–1965 гг.), плановой вакцинации детей до 8 лет (1966–1972 гг.), пролонгирования возраста для вакцинации против кори до 14 лет (1973–1986 гг.), введения ревакцинации детей и подростков (1987–2001 гг.) и период дестабилизации ситуации (2002–2019 гг.). Более детально были проанализированы периоды подъема заболеваемости корью в Екатеринбурге в 2016 и 2019 гг. — по донесениям о чрезвычайных ситуациях эпидемического характера (173), картам эпидемиологического расследования случаев заболевания корью или подозрительных на эту инфекцию (162) и медицинским картам стационарных больных, ф. № 003/у (675).

По данным формы федерального государственного статистического наблюдения №6 «Сведения о контингентах детей и взрослых, привитых против инфекционных заболеваний» проведена оценка документальной привитости против кори населения Екатеринбурга за 2000–2018 гг., а также экспертиза 846 амбулаторных карт (ф. № 112/у) и карт профилактических прививок (ф. № 063/у) детей в возрасте до двух лет. При анализе формы № 6 опреде-

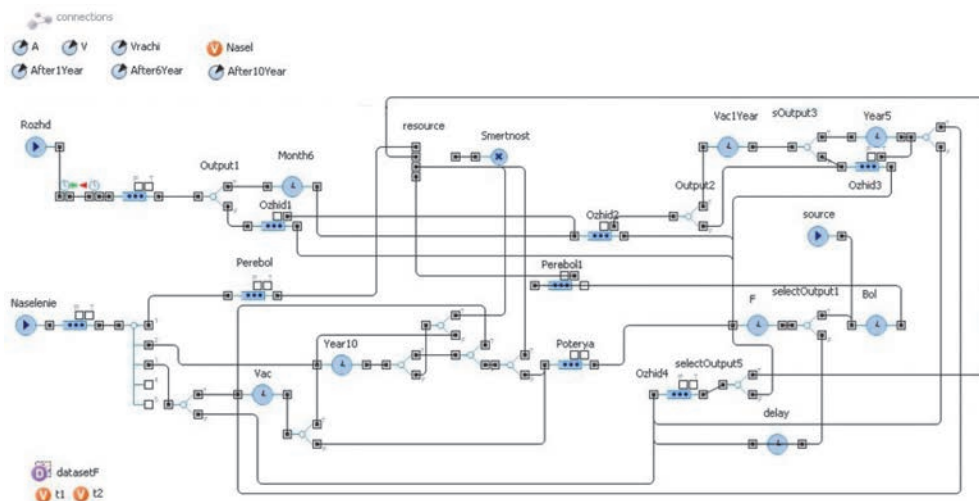


Рисунок 1. Имитационная математическая модель эпидемического процесса кори в мегаполисе на этапе элиминации инфекции
Figure 1. Simulation mathematical model of the epidemic process of measles in a megalopolis at the stage of infection elimination

ляли полноту охвата прививками против кори детей в «индикаторных» группах (1 год и 6 лет). При экспертизе амбулаторных карт оценивали своевременность вакцинации детей в возрасте 1 год, причины отсутствия прививок и нарушения прививочного календаря.

Дополнительно за 2013–2017 гг. в «индикаторных» группах был проведен анализ результатов планового серологического мониторинга популяционного противокорревого иммунитета у 4490 человек и скрининговых исследований противокорревого иммунитета у 1230 сотрудников медицинских организаций.

На основании анализа вышеперечисленных данных, для прогноза ситуации по кори на ближайшую и отдаленную перспективу, в специальном программном средстве AnyLogic Professional 7.0 была построена мультифакторная имитационная математическая модель (рис. 1). Результаты моделирования эпидемического процесса были выгружены в базу данных, которая после подготовки в программе Microsoft SQL Server Management Studio была внедрена в комплексное программное обеспечение для бизнес-аналитики Power BI, где последовательно были выполнены графическая обработка и анализ полученных результатов.

В работе использованы эпидемиологический, клинический, серологический и статистический методы исследования. Для оценки полученных результатов применяли общепринятые статистические приемы. Расчеты проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Office 2007. Достоверность различий оценивали по критерию Фишера. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В довакцинальный период среднемноголетний уровень заболеваемости корью составлял $1381,7 \pm 162,9$ ‰, сезонный подъем заболеваемости

приходился на декабрь-май, в структуре заболевших преобладали дети. Заболеваемость имела антиперсистентный характер, показатель Хёрста (H) был равен 0,472. В период селективной вакцинации имело место некоторое снижение заболеваемости до $1082,8 \pm 189,1$ ‰, сезонность и возрастное распределение заболевших оставались практически без изменений. В годы плановой вакцинации детей до 8 лет произошло снижение заболеваемости до уровня $219,8 \pm 110,8$ ‰, с темпом снижения — 53,0% в год, трендоустойчивость заболеваемости подтверждена показателем Хёрста (0,529). Снижение заболеваемости имело место практически во всех возрастных группах, сезонность была аналогична предыдущим периодам. С увеличением прививаемого контингента до 14 лет произошло снижение заболеваемости до $89,9 \pm 39,1$ ‰. Однако в этот период были зарегистрированы две крупные вспышки инфекции (в 1979 и 1984 гг.). Заболеваемость корью в этот период вновь приобрела антиперсистентный характер, показатель Хёрста составил 0,381. Введение ревакцинации против кори в возрасте 6 лет привело к значительному снижению заболеваемости до уровня $5,7 \pm 1,6$ ‰, смещению сезонных подъемов на февраль-май, преобладанию среди заболевших подростков и взрослых. В период с 2001 по 2015 гг. уровень заболеваемости корью соответствовал спорадическому ($0,06 \pm 0,02$ ‰) и поддерживался за счет заносов кори из других регионов без распространения инфекции (рис. 2).

В 2016 году ситуация по кори в Екатеринбурге резко изменилась — после 15 лет эпидемического благополучия была зарегистрирована вспышка инфекции в 72 случая ($5,0 \pm 0,6$ ‰), связанная с



Рисунок 2. Заболеваемость корью в Екатеринбурге в 1950–2019 гг.
Figure 2. Measles incidence in Yekaterinburg in 1950–2019

заносом и распространением вируса кори генотипа D8 (штамм MeaNS-4354) в нескольких медицинских организациях. В возрастной структуре заболевших преобладали дети и подростки до 18 лет (68,1%), на долю взрослых приходилось 31,9%. Средний возраст заболевших детей составлял 3,8 года, взрослых — 33,2 года. В гендерной структуре заболевших значимых различий выявлено не было. Во время вспышки сформировалось 59 локальных очагов с различным количеством пострадавших, в том числе 36 семейно-квартирных, 14 в организованных коллективах и 9 в медицинских организациях. Наиболее активное распространение инфекции имело место в медицинских организациях, что было связано с нахождением в них ранее не вакцинированных против кори детей и взрослых, поздней диагностикой инфекции у первых и последующих заболевших и нарушениями в организации противоэпидемических мероприятий.

В последующие два года ситуация по кори в Екатеринбурге оставалась достаточно стабильной: в 2017 году было зарегистрировано только 3 случая кори, а в 2018 году — 5 случаев. Однако, в 2019 году вновь отмечен подъем заболеваемости корью в 90 случаев ($6,2 \pm 0,7 \text{ ‰}$). В ее динамике были зарегистрированы две волны, первая из которых пришлось на январь — февраль и соответствовала 38 случаям кори, связанным с ее распространением в одной из детских поликлиник города по причине нарушения точности движения пациентов. Вторая волна зарегистрирована в мае — июне (52 случая) и была обусловлена распространением кори в одной из общеобразовательных школ и семейно-квартирных очагах. В возрастной структуре заболевших как и ранее преобладали дети (71,1%), средний возраст которых соответствовал 6,9 лет, а у заболевших взрослых — 32,1 года. В гендерном распределении заболевших значимых различий установлено не было.

В процессе исследования была проведена оценка привитости детского населения Екатеринбурга в «индикаторных» группах. Согласно данным формы №6, в 2000–2018 гг. было установлено, что охват прививками против кори среди детей 1 года составлял более 95%. Тогда как среди детей 6-летнего возраста охват ревакцинацией против кори не достигал рекомендованных показателей, при этом в динамике по годам прогрессивно снижался, с 94,0% в 2000 г. до 91,9% в 2016 г. Обращало на себя внимание и то, что абсолютное количество непривитых детей постоянно увеличивалось, как в возрасте 1 год, так и в 6 лет, и в 2016 году достигло своего максимального уровня — 867 и 1512 человек соответственно.

Наряду с анализом формы №6, для оценки фактической привитости была проведена экспертиза амбулаторных карт 846 детей в возрасте до двух лет, в том числе 427 старше 1 года. Установлено, что охват прививками против кори в декретированный возраст (12 мес.) был недостаточным, и соответствовал только 46,4%. В более старшем возрасте были вакцинированы еще 117 детей, что позволило получить показатели охвата прививками на уровне 73,8%. Такие показатели охвата прививками в современных условиях не гарантируют стабильной эпидемиологической ситуации по кори.

При оценке данных планового серологического мониторинга популяционного иммунитета к кори в «индикаторных» группах также были получены результаты, заслуживающие внимания. В ближайшие от вакцинации и ревакцинации сроки (3–4 года, 9–10 лет) доля серонегативных лиц в среднем составляла 10,2%. В возрасте 16–17 лет, т.е. к моменту окончания школы и продолжению обучения в высших и средних специальных учебных заведениях, доля лиц без серопротекции увеличивалась практически в 2 раза, составляя в среднем 19,8% ($\chi^2 = 6,17$,

$p < 0,01$), с наиболее высоким уровнем в 2016 году — 25,1%. В возрасте от 20 до 50 лет количество серонегативных составляло в среднем 11,5%, с колебаниями в отдельные годы от 18,0% до 24,5%, т.е. в 3—4 раза превышало критерии эпидблагополучия ($\chi^2 = 5,37$, $p < 0,01$), что при оценке эпидблагополучия по коревой инфекции на территории также было неблагоприятным прогностическим признаком.

Помимо этого, проведенный в рамках настоящего исследования анализ результатов серологического скрининга на противокоревые IgG у 1230 сотрудников медицинских организаций показал, что только 80% обследованных имели достаточный уровень защиты от кори. Значимых различий в серопротекции с учетом возрастной и профессиональной структуры обследованных, количества аппликаций вакцины выявлено не было. Однако, было отмечено влияние на протективный уровень антител интервала, прошедшего от момента последнего введения вакцины. Так, в течение первых 10 лет после последней аппликации живой коревой вакцины доля лиц без серопротекции соответствовала 12%, а через 10 лет — 24% ($\chi^2 = 5,15$, $p < 0,01$).

Таким образом, на этапе элиминации инфекции было установлено несколько причин активизации эпидемического процесса в крупном промышленном центре, а именно: низкий охват прививками против кори детей в «индикаторных» группах с накоплением в динамике количества восприимчивых, достаточного для распространения инфекции, значительная доля серонегативных в популяции, преимущественно в отдаленные от вакцинации и ревакцинации сроки, отсутствие естественного проэпидемичивания, дефекты в клинической диагностике кори у первых и последующих заболевших и нарушения в организации и проведении противозидемических мероприятий.

На основании анализа полученных данных и, опираясь на литературные источники, была построена мультифакторная имитационная модель для прогноза заболеваемости корью в условиях мегаполиса, в зависимости от применяемых стратегий иммунопрофилактики. При моделировании эпидемического процесса был определен стандартный срок прогноза — 30 лет.

Первый моделируемый вариант ситуации должен был дать прогноз развития эпидемического процесса кори при действии факторов, актуальных для настоящего времени: фактические показатели своевременности охвата прививками детей в «индикаторных» группах на уровне 55—65%, за счет позднего начала вакцинации, иммунная прослойка к кори на уровне 60%, включая 30% переболевших корью ранее и 30% вакцинированных, и отсутствие введения бустерных доз вакцины. При такой комбинации переменных было установлено, что в ближайшие 10 лет сохра-

няется вероятность вспышек кори, а через 20 лет их частота и интенсивность возрастет в 10 раз.

При втором варианте моделируемой ситуации своевременность охвата прививками детей в возрасте 1 год и 6 лет составляла 95%, хотя при этом иммунная прослойка к кори в популяции оставалась на уровне 60%. При данном наборе переменных, как в ближайшей, так и в отдаленной перспективе, сохранится вероятность вспышек кори за счет восприимчивых взрослых и дефектов в организации противозидемических мероприятий в очагах, однако интенсивность подъемов заболеваемости будет в 2—3 раза меньшей по сравнению с первым вариантом.

В последующих моделируемых ситуациях полнота охвата прививками детей в декретированных возрастных группах была не менее 95%, а иммунная прослойка — 90%. При такой комбинации переменных через 11 и 20 лет от момента запуска модели риск возникновения вспышек сохранялся, но интенсивность эпидемических подъемов снижалась.

Таким образом, моделирование эпидемического процесса показало, что в современных условиях привитость детей в декретированных возрастных группах на уровне 95% и иммунная прослойка населения в 90—95% за счет двукратной иммунизации являются недостаточными для эффективного контроля инфекции.

С учетом данных, полученных в настоящем исследовании относительно продолжительности сохранения протективного уровня антител после иммунизации, мы рассмотрели несколько вариантов развития эпидемической ситуации при введении бустерных доз вакцины каждые 10 лет. Установлено, что при охвате ревакцинацией против кори каждые 10 лет до 50% жителей мегаполиса, вспышки кори возможны только через 23—24 года, при ревакцинации более 60% населения эпидемиологическое благополучие по кори сохранится на протяжении 30 лет. Однако, это не означает, что ситуация будет стабильной в последующие годы. Так, при увеличении прогнозируемого периода до 50 лет при охвате прививками в 60% первая вспышка кори может быть зарегистрирована через 31 год от запуска модели, при охвате в 70% — через 40 лет, а при охвате в 80% — благополучная эпидемиологическая ситуация сохранится на протяжении 50 лет.

Заключение

Эпидемический процесс кори при реализации различных стратегий вакцинации претерпел существенные изменения. Однако, на этапе элиминации инфекции сохраняется вероятность вспышечной заболеваемости за счет недостаточного охвата прививками против кори детей в «индикаторных» группах, значительной доли серонегативных в популяции, преимущественно в отдаленные от вакцинации и ревакцинации сроки, дефектов клинической диаг-

ности кори, а также нарушений в организации противоэпидемических мероприятий в очагах. С учетом полученных результатов математического моделирования эпидемического процесса и прогноза заболеваемости корью, для управления ситуацией в современных условиях необходимо обеспечить своевременную иммунизацию детей в возрасте 1 год и 6 лет, провести плановую ревакцинацию взрослых из числа наиболее «уязвимых» по кори профессиональных групп (медицинские работники, педагоги, сотрудники сферы обслуживания и транспорта) и поставить на обсуждение вопрос о введении плановой ревакцинации взрослых с 18 до 50-летнего возраста с интервалом между прививками 10 лет.

Литература/References:

1. Цвиркун О.В., Тихонова Н.Т., Ющенко Г.В., Герасимова А.Г. Эпидемический процесс кори в разные периоды вакцинопрофилактики. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2015; 2(81): 80–87. [Tsvirkun O.V., Tihonova N.T., Yushchenko G.V., Gerasimova A.G. Measles Epidemic Process in Various Vaccinal Periods. *Epidemiologiya i Vакциноprofilaktika=Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2015; 14(2):80–87. (In Russ.)] <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2015-14-2-80-87>
2. Голубкова А.А., Платонова Т.А., Харитонов А.Н., Сергеев А.Г., Леленкова Е.В., Южанина Т.С. Эпидемический процесс коревой инфекции в период ее элиминации и стратегические направления контроля в условиях реального времени. *Пермский медицинский журнал*. 2017; 4:67–73. [Golubkova A.A., Platonova T.A., Kharitonov A.N., Sergeev A.G., Lelenkova E.V., Yuzhanina T.S. Epidemic process of measles infection during its elimination and strategic directions of control in real time. *Permskij Medicinskij Zhurnal=Perm Medical Journal*. 2017; 4:67–73. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17816/pmj34467-73>
3. Голубкова А.А., Платонова Т.А., Смирнова С.С., Ковязина С.А. Эпидемический процесс кори в условиях разных стратегий вакцинопрофилактики в крупном промышленном центре Среднего Урала. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2019; 18(1): 34–42. [Golubkova A.A., Platonova T.A., Smirnova S.S., Kovyazina S.A. The Epidemic Process of Measles with Different Strategies of Vaccination in a Large Industrial Center of the Middle Urals. *Epidemiologiya i Vакциноprofilaktika=Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2019; 18(1):34–42. (In Russ.)] <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-1-34-42>
4. Werber D., Hoffmann A., Santibanez S., Mankertz A., Sagebiel D. Large measles outbreak introduced by asylum seekers and spread among the insufficiently vaccinated resident population, Berlin, October 2014 to August 2015. *Eurosurveillance*. 2017; 22(34): 30599. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.34.30599.
5. Magurano F, Baggieri M, Filia A, Del Manso M, Lazzarotto T, Amendola A, D'Agaro P, Chironna M, Ansaldo F, Iannazzo S, Bucci P, Marchi A, Nicoletti L; Measles Surveillance Group. Towards measles elimination in Italy: Virological surveillance and genotypes trend (2013–2015). *Virus Research*. 2017; 236:24–29. doi: 10.1016/j.virusres.2017.05.009.
6. Gibney K.B., Brahm A., M. O'Hara, Morey R., Franklin L. Challenges in managing a school-based measles outbreak in Melbourne, Australia, 2014. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*. 2017; 41:80–84. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.12620>.
7. European Centre for Disease Prevention and Control. Monthly measles and rubella monitoring report, January 2019. Stockholm: ECDC; 2019. Режим доступа: <https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/measles-rubella-monthly-surveillance-report-january-2019.pdf> (дата обращения 10.01.2021).
8. European Centre for Disease Prevention and Control. Monthly measles and rubella monitoring report, February 2018. Stockholm: ECDC; 2018. Режим доступа: <https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/Monthly%20Measles%20and%20Rubella%20monitoring%20report%20February%202018.pdf> (дата обращения 10.01.2021).
9. European Centre for Disease Prevention and Control. Monthly measles and rubella monitoring report, November 2019. Режим доступа: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/monthly-measles-and-rubella-monitoring-report-november-2019> (дата обращения 10.01.2021).
10. European Centre for Disease Prevention and Control. Monthly measles and rubella monitoring report, December 2019. Режим доступа: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/measles_monthly-report-december-2019.pdf (дата обращения 10.01.2021).
11. Корь — Европейский Регион. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2019; 18(3):12. [Measles — European Region. *Epidemiologiya i Vакциноprofilaktika=Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2019; 18(3):12. (In Russ.)].
12. Ноздрачева А.В., Семенов Т.А., Асатрян М.Н., Шмыр И.С., Ершов И.Ф., Соловьев Д.В., Глиненко В.М., Кузин С.Н. Иммунологическая восприимчивость населения мегаполиса к кори на этапе ее элиминации. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2019; 18(2):18–26. [Nozdracheva A.V., Asatryan M.N., Asatryan M.N., Shmyr I.S., Ershov I.F., Solov'ev D.V., Glinenko V.M., Kuzin S.N. Immunological Susceptibility of Metropolis Population to Measles in its Elimination Stage. *Epidemiologiya i Vакциноprofilaktika=Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2019; 18(2):18–26. (In Russ.)] <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-2-18-26>
13. Заболеваемость корью и краснухой в России за 2017 год. Информационный бюллетень №28. ФБУН «МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского» Роспотребнадзора. Режим доступа: <http://gabruch.ru/files/pdf/kor-2017.pdf> (дата обращения 10.01.2021). [Incidence of measles and rubella in Russia in 2017. Information Bulletin No. 28. The Central research Institute «of mniiem them. G. N. Gabrichevsky» Rospotrebnadzor. Mode of access: <http://gabruch.ru/files/pdf/kor-2017.pdf> (accessed 10.01.2021) (In Russ.)].
14. Инфекционная заболеваемость в Российской Федерации за январь–декабрь 2017г. Режим доступа: http://rospotrebnadzor.ru/activities/statistical-materials/statistic_details.php?ELEMENT_ID=10049 (дата обращения 10.01.2021). [Infectious diseases in the Russian Federation for January–December 2017. Mode of access: http://rospotrebnadzor.ru/activities/statistical-materials/statistic_details.php?ELEMENT_ID=10049 (accessed 10.01.2021). (In Russ.)].
15. Инфекционная заболеваемость в Российской Федерации за январь–декабрь 2018 г. Режим доступа: https://rospotrebnadzor.ru/activities/statistical-materials/statistic_details.php?ELEMENT_ID=11277 (дата обращения 10.01.2021). [Infectious diseases in the Russian Federation for January–December 2018. Mode of access: https://rospotrebnadzor.ru/activities/statistical-materials/statistic_details.php?ELEMENT_ID=11277 (accessed 10.01.2021). (In Russ.)].

Статья поступила 13.01.21

Конфликт интересов: Авторы подтвердили отсутствие конфликта интересов, финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.
Conflict of interest: The authors confirmed the absence conflict of interest, financial support, which should be reported