

## КОРЬ И КРАСНУХА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ НА ЭТАПЕ ИХ ЭЛИМИНАЦИИ

М.А. Бичурина, Н.В. Железнова, А.А. Шарова

Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия

### Measles and rubella in the North-West of Russia in period of elimination

M.A. Bichurina, N.V. Zheleznova, A.A. Sharova

Saint-Petersburg Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after Pasteur, Saint-Petersburg, Russia

#### Резюме

*Цель.* Изучение эпидемиологии кори и краснухи на Северо-Западе России на этапе их элиминации.

*Материалы и методы.* В 2016–2019 гг. были исследованы 534 сыворотки крови от больных с диагнозом «Корь», 210 сывороток крови от больных с диагнозом «Краснуха», 1251 сыворотка крови от больных с экзантемными заболеваниями в ИФА с помощью тест-систем «ВектоКорь IgM» и «ИФА-Краснуха-IgM».

*Результаты.* Заболеваемость корью на Северо-Западе России колебалась от 0 в 2017 г. до 0,96 на 100 000 населения в 2019 г. В 2018–2019 гг. изменилось соотношение детей и взрослых среди больных, на долю взрослых приходилось 65,9%. Эпидемический процесс поддерживали непривитые лица и лица с неизвестным анамнезом (85,0%). В 2018 г. отмечен высокий процент больных, имевших ревакцинацию (18,4%). У этой группы больных на 4–7-й дни был выявлен высокий уровень антител класса IgG к вирусу кори (более 3,0 МЕ/мл), а также высокий процент авидности IgG-корь антител (более 94,3%), что свидетельствует о вторичном иммунном ответе. Молекулярно-биологический мониторинг циркуляции диких штаммов вируса кори показал, что на Северо-Западе России в этот период циркулировали вирусы кори двух генотипов: D8 и B3. Штаммы, относящиеся к генотипу D8, были представлены 3 вариантами, к генотипу B3 – 4 вариантами. Заболеваемость краснухой носила спорадический характер и не превышала 0,13 на 100 000 населения. При молекулярно-генетическом исследовании биологического материала были идентифицированы штаммы вируса краснухи генотипа 1E.

*Заключение.* Данные по ежегодной заболеваемости корью и результаты генотипирования циркулирующих диких штаммов вируса кори свидетельствуют о том, что территории находятся в процессе элиминации кори. В отношении краснухи все показатели подтверждают, что на территориях Северо-Запада России сохраняется устойчивая фаза элиминации краснухи.

**Ключевые слова:** корь, краснуха, эпидемический процесс, иммунный ответ, лабораторная диагностика.

#### Abstract

*Aim:* To evaluate the epidemic situation on measles and rubella and to carry out the laboratory diagnostics of these infections in the North-West of Russia in the period of elimination.

*Materials and Methods.* In 2016-2019 a total of 534 blood serum samples from patients with measles diagnosis, 210 – from patients with rubella diagnosis and 1251 – from patients with exanthema were studied by ELISA using "Vecto-Measles-IgM" and "EIA-Rubella-IgM" test-systems.

*Results.* Measles incidence in NWR varied from 0 to 0.96 per 100,000 in 2016 and 2019, respectively. Among measles patients the proportion of children and adults changed in 2018-2019, adults constituted 65.9%. Patients not vaccinated against measles and those with the unknown vaccination status were mainly involved in epidemic process (85%). High level of patients with revaccination status was revealed in 2018 (18.4%). These patients demonstrated high levels of IgG (>3.0 IU/ml) as well as high percentage of IgG avidity (>94.3%) on 4-7<sup>th</sup> day of rash onset thus evidencing secondary immune response. Molecular studies of the samples from patients revealed the circulation of D8 and B3 genotypes of measles virus. Strains of D8 and B3 genotypes were represented by 3 and 4 variants, respectively. Rubella incidence did not exceed 0.13 per 100,000. Strains of rubella virus of genotype 1E were detected.

*Conclusion.* The data of annual measles incidence and molecular studies of circulating wild type measles viruses prove the on-going measles elimination process in the North-West of Russia. For rubella, the persistent phase of elimination was demonstrated in the region.

**Key words:** measles, rubella, epidemic process, immune response, laboratory diagnostics.

## Введение

Несмотря на наличие доступных высокоиммуногенных вакцин, до настоящего времени возникают крупные вспышки кори не только в развивающихся, но и в индустриально развитых странах [1–3]. В Европейском регионе ВОЗ после снижения числа случаев кори в 2007–2009 гг. [4–6] заболеваемость корью резко возросла, и это было обусловлено вспышками в отдельных странах в 2010–2015 гг.: в Болгарии, Франции, Киргизии, Украине [7–9]. Особо высокая заболеваемость корью была документирована в 2018–2019 гг. (82 599 и 104 420 случаев соответственно). Наиболее пораженными странами в 2018 г. оказались Украина (53 218 случаев) и Сербия (5076 случаев) [10]. В 5 странах Европейского региона ВОЗ (Украина, Сербия, Израиль, Франция и Италия) был выявлен 81% случаев кори от всего числа случаев, документированных в регионе [3, 4, 11]. В 2018 г. было зарегистрировано 72 случая смерти от кори: в Румынии (22 случая), на Украине (15 случаев), в Сербии (15 случаев) и в ряде других стран.

В 2019 г. распространение кори продолжалось [11]. Наибольшее число случаев было выявлено на Украине ( $n = 57\,332$ ), в Казахстане ( $n = 13\,326$ ), России ( $n = 4161$ ), Греции ( $n = 3920$ ), Турции ( $n = 2890$ ).

В отношении краснухи в последние годы в Европейском регионе ВОЗ ситуация была относительно благополучной. В 2019 г. было зарегистрировано всего 634 случая, в том числе в Польше — 292 случая, на Украине — 142 случая [10]. Снижение заболеваемости краснухой было связано с предыдущими дополнительными кампаниями вакцинации против краснухи в Российской Федерации и странах СНГ.

**Цель исследования** — изучение эпидемиологии кори и краснухи на Северо-Западе России на этапе их элиминации.

## Материалы и методы

Анализ заболеваемости корью и краснухой на 11 территориях Северо-Западного федерального округа (СЗФО) проводили на основании данных формы федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях».

Лабораторная диагностика кори и краснухи в рамках программы элиминации этих инфекций в Российской Федерации проводится только в вирусологических лабораториях региональных центров по эпидемиологическому надзору за корью и краснухой с помощью тест-систем, рекомендованных ВОЗ [12].

В вирусологическую лабораторию СПбРЦ поступали сыворотки от больных корью, краснухой и экзантемными заболеваниями с 11 территорий

СЗФО с общей численностью населения более 13 млн человек.

За период 2016–2019 гг. в лаборатории исследованы 534 сыворотки крови от больных с диагнозом «Корь» и «Корь?», 210 сывороток крови от больных с диагнозом «Краснуха» и «Краснуха?», 1251 сыворотка крови от больных с экзантемными заболеваниями.

В соответствии с динамикой формирования антител на коревую и краснушную инфекции разработаны требования ВОЗ по забору, доставке материала и проведению исследования [13, 14]. Поскольку для определения специфических IgM-антител методом иммуноферментного анализа (ИФА) диагностические тесты ИФА-IgM являются максимально чувствительными в промежутке между 4-м и 28-м днями от момента появления сыпи, то 1 образец крови, полученный в эти сроки, считается адекватным для серологической диагностики кори и краснухи [4, 2, 15, 16].

Специфическую активность противокоревых и противокраснушных антител класса IgM в образцах сывороток определяли ИФА по величине оптической плотности (ОП) в о.е. с использованием тест-системы «ВектоКорь IgM» (АО Вектор Бест, Россия) и «ИФА-Краснуха-IgM» (ЗАО ЭКО-лаб, Россия). Оценку специфической активности образцов сыворотки по IgG выражали количественно в международных единицах (МЕ/мл) согласно нормативно-технической документации на используемую тест-систему «ВектоКорь IgG» (АО Вектор Бест, Россия). Степень avidности IgG-корь антител определяли с использованием тест-системы «Avidity:Anti-Measles Virus ELISA/IgG» (Euroimmun, Германия), показатель низкой степени avidности — менее 40%, для высокой степени avidности — более 60%.

Для молекулярно-биологических методов исследований проводили забор биологического материала (назофарингеальные смывы и моча) в первые 3 дня с момента появления сыпи. Материал обрабатывали в соответствии с протоколом (МУ 3.1.2.2356-08) и замораживали при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  до получения ответа на наличие антител класса IgM к вирусу кори или IgM к вирусу краснухи. Биологический материал после получения положительного результата отправляли в вирусологическую лабораторию Национального научно-методического центра (Москва) для дальнейшего исследования.

Статистическую обработку данных проводили с использованием  $t$ -критерия Стьюдента. В качестве порога достоверности отличий было определено значение вероятности  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

За период 2016–2019 гг. заболеваемость корью, по данным официальной статистики, колеба-

лась от 0,02 в 2017 г. до 0,96 на 100 000 населения в 2019 г. (рис. 1). В 2016 г. корь на территориях Северо-Запада России не регистрировалась.

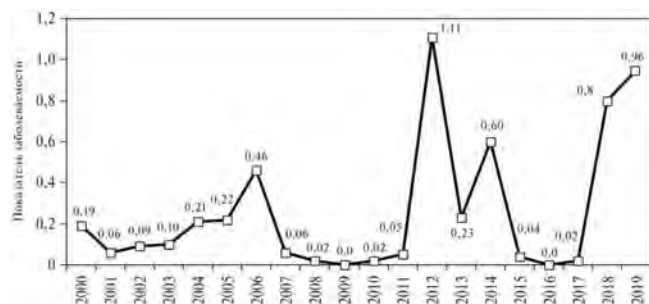


Рис. 1. Заболеваемость корью на территориях Северо-Запада России в 2000 – 2019 г. (на 100 000 населения)

В 2017 г. зарегистрировано 3 случая кори, все они были в Санкт-Петербурге, 2 из них были импортированы из Италии. При молекулярно-генетическом исследовании материала от этих больных выявлен вирус кори генотипа D8 генетической линии MVs/Frankfurt Main.DEU/17.11, который широко циркулировал в странах Европы в этот период.

В 2018 г. заболеваемость корью возросла, было зарегистрировано 109 случаев кори на 6 территориях СЗФО, показатель заболеваемости составил 0,8 на 100 тыс. населения. Взрослые болели чаще ( $64,2 \pm 4,59\%$ ), чем дети и подростки до 18 лет ( $35,8 \pm 4,59\%$ ) ( $p < 0,05$ ).

По прививочному статусу наибольший процент составили непривитые и лица с неизвестным анамнезом ( $74,3 \pm 4,18\%$ ), в  $6,4 \pm 2,34\%$  случаев болели вакцинированные и в  $18,4 \pm 3,71\%$  случаев – ревакцинированные ( $p < 0,05$ ) (рис. 2).

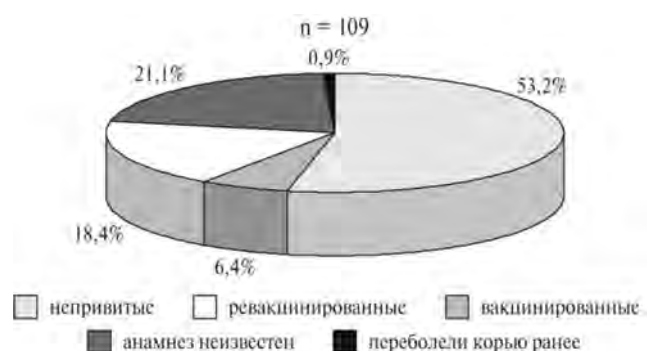


Рис. 2. Распределение больных корью в зависимости от прививочного статуса на Северо-Западе России в 2018 г.

В Санкт-Петербурге был зарегистрирован очаг заболевания кори в больнице (5 случаев, генотип D8 Gir Somnath.IND/42.16, который впервые был выделен в Индии в 2016 г.). Кроме того, были зарегистрированы несколько семейных очагов, которые были вызваны вирусом кори разных

генотипов: B3 Kabul.AFG/20.2014/3, B3 Dublin.IRL/8.16, D8 Cambridge.GBR/5.16 и D8 Gir Somnath.IND/42.16.

В Ленинградской области имели место 3 групповых заболевания среди прибывших из Республики Дагестан и Ингушетия, которые были обусловлены 2 генотипами вируса кори: D8 Frankfurt Main.DEU/17.11 и D8 Gir Somnath.IND/42.16.

Всего в 2018 г. на территориях СЗФО было зарегистрировано 5 импортированных случаев кори (Италия, Франция, Турция, Украина) и 25 завозных случаев с других территорий РФ (Республика Дагестан, Чеченская и Ингушская Республики, Москва и другие субъекты РФ).

В Республике Карелия в 2018 г. произошла вспышка кори (29 случаев). Первый случай (17.06.2018 г.) с диагнозом «Энтеровирусная инфекция», температурой тела выше  $38^{\circ}\text{C}$  и сыпью был пропущен, массовые заболевания начались в конце июня – начале июля, последний случай был зарегистрирован 01.08.2018 г. Заболели 5 сотрудников Центральной районной больницы, ещё 5 случаев кори были связаны с посещением поликлиники. При молекулярно-генетическом исследовании биологического материала от больных был идентифицирован вирус кори генотипа D8 Gir Somnath.IND/42.16.

При анализе прививочного статуса больных был выявлен высокий процент лиц, ранее ревакцинированных против кори ( $41,4 \pm 9,14\%$ ), тогда как в целом по СЗФО в 2018 г. он составил  $18,4 \pm 3,71\%$  ( $p < 0,05$ ).

Сведения о возможности заболеть корью у ранее привитых имеются в литературе. Так, в Японии в 2017 г. во время вспышки кори 26% случаев было зарегистрировано у привитых [17], в Нидерландах – у 16% [18]. Глобальная классификация случаев кори за 2013–2017 гг. показала, что 9% заболевших получили две дозы вакцины [19]. В работе Салдан И.П. и др. [20] сообщают, что у привитых взрослых в 23,9% случаев регистрировали корь, в основном, это лица старше 30 лет. Среди причин угасания постпрививочного иммунитета, полученного в детстве, может быть отсутствие бустирования диким вирусом кори из-за снижения интенсивности циркуляции вируса на этапе элиминации. Поэтому, возможно, будет необходимо проведение иммунизации против кори в зрелом возрасте, когда срок после вакцинации превышает 15–20 лет. Данные Мамаевой Т.А. и др. свидетельствуют о том, что заболеваемость корью, в основном, поддерживалась детьми 1–2 лет (39,9% от общего числа больных корью детей) и взрослыми 18–40 лет (80,1% от общего числа больных в возрасте 15–60 лет). Среди заболевших взрослых 26,3% имели документальное подтверждение о вакцинации [21]. Результаты других авторов [22,

23] также свидетельствуют об активном вовлечении возрастной группы 18–40 лет в эпидемический процесс, поскольку вирус кори обладает способностью к распространению среди недостаточно защищенных групп населения.

Дополнительные лабораторные исследования (определение IgM, IgG и avidности IgG-антител) материала от больных корью (привитых и непривитых) во время вспышки в Карелии показали, что все ранее ревакцинированные заболевшие (12 человек) уже на 4–7-й день после начала болезни имели высокий уровень IgG-антител (более 3,0 МЕ/мл) и высокий процент avidности IgG-антител (более 94,3%), то есть они отвечали по вторичному типу. Срок после ревакцинации составил от 15 до 32 лет. Эти результаты свидетельствуют о том, что заболевшие действительно ранее были вакцинированы, но по какой-то причине защитный уровень антител был утрачен, но сохранилась иммунологическая память [24]. На этот факт указывают и другие авторы [25, 26].

Возрастная структура заболевших в период вспышки в Республике Карелия не отличалась от таковой в целом по региону и составила 71,4% и 64,2% соответственно среди взрослых.

Степень тяжести клинических проявлений у ранее привитых и непривитых больных была разной. Легкая форма течения инфекции отмечена среди ранее привитых в  $67,0 \pm 13,57\%$  и у  $35,0 \pm 12,7\%$  непривитых ( $p < 0,05$ ), осложнения (пневмонии, бронхиты, отиты) были зафиксированы в 30% случаев только у непривитых. Эти данные согласуются с результатами, полученными другими авторами [27].

В 2019 г. на территориях СЗФО зарегистрировано 132 случая кори на 6 территориях, показатель заболеваемости составил 0,96 на 100 000 населения. Больше всего случаев кори было зарегистрировано в Санкт-Петербурге (100 случаев). Среди заболевших в СЗФО взрослые составили  $65,9 \pm 4,12\%$ , дети и подростки до 18 лет –  $34,1 \pm 4,12\%$  ( $p < 0,05$ ). По прививочному статусу  $85,0 \pm 3,10\%$  среди заболевших составили непривитые и лица с неизвестным анамнезом,  $5,3 \pm 1,94\%$  – вакцинированные и  $9,1 \pm 2,50\%$  больных были ревакцинированы ранее.

В Санкт-Петербурге имели место групповые заболевания: очаг в многоквартирном доме (9 случаев), генотип вируса кори D8 Gir Somnath. IND/42.16, 3 семейных очага (от 2 до 5 случаев), этиологическим фактором которых явился тот же генотип вируса кори, и 1 семейный очаг (2 случая) обусловлен вирусом кори генотипа B3 Marlikina MeaNS-5306.

От больных корью в Калининградской области был изолирован вирус кори генотипа B3 Gombak MYS/40.15, который впервые был выделен в Малайзии в 2015 г. В России указанный генетический вариант вируса циркулировал в 2019 г.

В 2019 г. было зафиксировано 23 импортных случая из Украины, Вьетнама, Казахстана, Италии, Киргизии, Таиланда, Узбекистана, Китая, Грузии, Египта, Бали, Турции. В 17 случаях был завоз вируса из субъектов Российской Федерации.

Заболеваемость краснухой на территориях СЗФО в 2016–2019 гг. носила спорадический характер (рис. 3).

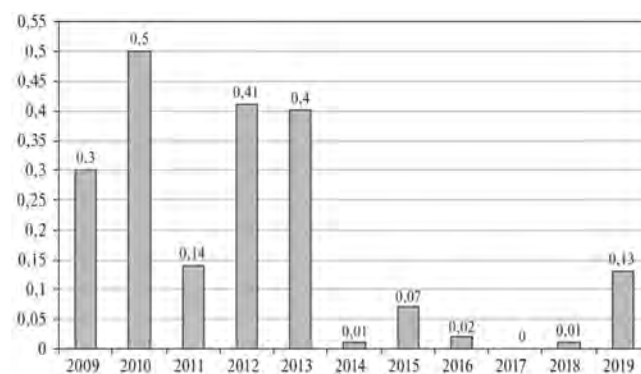


Рис. 3. Заболеваемость краснухой на территории Северо-Запада России в 2009–2019 гг.

В 2017 г. случаи краснухи не были зарегистрированы. В 2016 г. было 2 случая краснухи у непривитых, показатель составил 0,02 на 100 000 населения. Это был семейный очаг (брат, сестра), выявленный активно при обследовании больного (брата) с экзантемным заболеванием (обнаружены IgM-краснуха антитела). При обследовании по контакту сестры у нее также были выявлены IgM-антитела к вирусу краснухи. При эпидемиологическом расследовании было установлено, что она ранее перенесла экзантемное заболевание, но не была обследована на наличие антител класса IgM к вирусу краснухи.

В 2019 г. заболеваемость краснухой повысилась. Было зарегистрировано 18 случаев, показатель составил 0,13 на 100 000 населения. Всего с подозрением на краснуху в лабораторию поступил материал от 69 больных с 6 территорий СЗФО. Доля исключенных случаев составила 73,9%. Все случаи краснухи были зарегистрированы в Санкт-Петербурге среди взрослого населения.

Доля заболевших, не привитых против краснухи и не имеющих сведений о вакцинации, составила  $94,4 \pm 5,41\%$ .

Было выявлено 2 групповых очага заболевания: один в студенческом общежитии, где заболели 2 иностранных студента из Алжира, и второй очаг (4 случая) был зарегистрирован в организованном коллективе взрослых по месту работы. У заболевших в последнем очаге были идентифицированы вирусы краснухи генотипа 1E [28].

Результаты серологической диагностики кори и краснухи методом иммуноферментного анали-

за (ИФА) на территориях СЗФО в 2016–2019 гг. представлены в таблице.

Как было изложено ранее, в 2016–2017 гг. на территориях СЗФО выявляли лишь спорадические случаи кори. При исследовании 16 сывороток больных с предварительным диагнозом «Корь» 90 сывороток больных с предварительным диагнозом «Краснуха» и 606 сывороток больных с экзантемными заболеваниями антитела класса IgM к вирусу кори были обнаружены в 4 сыворотках, взятых от 3 больных с диагнозом «Корь».

В 2018–2019 гг. эпидемическая ситуация по кори изменилась, увеличилось число исследованных сывороток с предварительным диагнозом «Корь» и существенно вырос процент сывороток, положительных в отношении вируса кори. Он составил в 2018 г. 72,7%, в 2019 г. – 41,0%. В единичных случаях антитела класса IgM к вирусу кори были обнаружены у больных с предварительным диагнозом «Краснуха» и в 3,9–4,5% были выявлены у больных с экзантемными заболеваниями.

В отношении обнаружения антител класса IgM к вирусу краснухи в сыворотках всех категорий больных в 2016–2017 гг. выявлена та же тенденция, что и в отношении антител класса IgM к вирусу кори. Увеличился процент детекции антител класса IgM к вирусу краснухи в 2019 г., особенно в группе больных с предварительным диагнозом «Краснуха».

В соответствии с данными молекулярно-биологического мониторинга на территориях СЗФО в 2018 г. циркулировали 2 генотипа вируса кори (V3 и D8) и их варианты. Среди вирусов кори генотипа V3 выявлены V3 Kabul и V3 Dublin. Обе линии африканского происхождения, широко циркулируют в мире, Европе и России. Эти варианты обнаружены в Санкт-Петербурге и Вологодской области. На остальных территориях были идентифицированы разные варианты вируса кори ге-

нотипа D8. В Калининградской и Ленинградской областях определен вариант D8 Frankfurt, в Санкт-Петербурге – D8 Cambridge и D8 Gir Somnath. Эти варианты генотипа D8 индийского происхождения и в настоящее время широко распространены в Европе и России.

В 2019 г. на территориях СЗФО (Санкт-Петербург, Калининградская и Ленинградская области) продолжали выявлять вирусы кори генотипов: D8 Gir Somnath и V3 Dublin.

Полученные данные о циркуляции этих генотипов вируса кори в течение более 12 месяцев свидетельствуют о том, что эти генотипы являлись эндемичными для наших территорий.

В отношении краснухи следует отметить, что в 2019 г. в Санкт-Петербурге были определены вирусы краснухи генотипа 1E, циркулирующие на одной территории СЗФО (Санкт-Петербург). Этот генотип широко циркулирует в Европе и в единичных случаях выявляется в России [28].

### Заключение

В рамках программы «Элиминация кори и краснухи в Российской Федерации к 2020 году» основной задачей было поддержание устойчивой спорадической заболеваемости корью и краснухой во всех регионах Российской Федерации, в том числе и на территориях Северо-Запада России. Заболеваемость корью на этих территориях колебалась от 0 в 2017 г. до 0,96 на 100 000 населения в 2019 г. В основном, корь регистрировалась в Санкт-Петербурге, Ленинградской и Калининградской областях, Республике Карелия. На последней из перечисленных территорий имела место вспышка кори (29 случаев), в которой заболели 5 работников районной больницы, 5 случаев были связаны с посещением поликлиники.

Особенность эпидемического процесса кори в рассматриваемый период – изменение соот-

Таблица

Объем исследований в ИФА в 2016–2019 гг.

Год	Корь (рутинный надзор)			Краснуха (рутинный надзор)			Надзор за экзантемными заболеваниями		
	Количество исследованных сывороток	Из них с позитивным результатом		Количество исследованных сывороток	Из них с позитивным результатом		Количество исследованных сывороток	Из них с позитивным результатом	
		Корь абс./% M±m	Краснуха абс./% M±m		Корь абс./% M±m	Краснуха абс./% M±m		Корь абс./% M±m	Краснуха абс./% M±m
2016	9	0	0	45	0	1	290	0	1
2017	7	4	0	45	0	0	316	0	0
2018	186	112/72,7 ±3,26	1/0,6±0,56	48	2/4,6±3,02	8/18,6±5,61	344	13/3,9±1,04	8/2,4 ±0,82
2019	332	136/41,0 ±2,69	15/2,8±0,90	72	1/1±1,38	16/22,2±4,89	331	15/4,5±1,13	7/2,1 ±0,78
Всего	534	252/47,2 ±2,16	16/3,0±0,73	210	3/1,4±0,81	25/11,9±2,23	1281	28/2,2±0,40	16/1,2 ±0,30

ношения заболевших корью детей и взрослых; на долю заболевших взрослых пришлось 64,2% и 65,9% в 2018 и 2019 гг. соответственно.

В 2018 г. был отмечен достаточно высокий процент заболевших среди ранее ревакцинированных против кори лиц (18,4%). Особенно много больных, ранее ревакцинированных, было выявлено во время вспышки кори в Республике Карелия. Дополнительно проведенные лабораторные исследования сывороток крови от больных из этой группы свидетельствовали о том, что они отвечали по вторичному типу иммунного ответа. Вероятно, они были ранее привиты и имели иммунологическую память к вирусу кори. Заболевания были документированы на сроках более 15–20 лет после ревакцинации, и защитный уровень антител к вирусу кори по какой-то причине был утрачен.

При молекулярно-биологическом мониторинге циркуляции диких штаммов вируса кори на территориях Северо-Запада России в 2016–2019 гг. была определена принадлежность генома вируса кори к 2 генотипам: D8 и В3. Штаммы, относящиеся к генотипу D8, были представлены 3 вариантами: D8 Frankfurt, D8 Gir Somnath и D8 Cambridge. Штаммы, относящиеся к генотипу В3, были представлены 4 вариантами: В3 Kabul, В3 Dublin, В3 Marlikina и В3 Gombak. Эти данные свидетельствуют о том, что в 2018–2019 гг. имела место циркуляция эндемичных штаммов вируса кори 2 генотипов.

Данные по заболеваемости краснухой в 2016–2019 гг. свидетельствуют о спорадической заболеваемости и сохранении устойчивой фазы элиминации этой инфекции. Это подтверждается и результатами молекулярно-генетического исследования биологического материала от больных из одного группового очага — были определены вирусы краснухи генотипа 1Е.

#### Литература

- Бичурина, М.А. Вспышка кори в детской больнице Санкт-Петербурга в 2012 году / М.А. Бичурина [и др.] // Журнал инфектологии. — 2013. — Т. 5, № 2. — С. 96–102.
- CDC. Increased transmission and outbreaks of measles. *MMWR*. 2011; 60(47):1605-1610.
- Andrianou XD, Del Manso M, Bella A, et al. Spatiotemporal distribution and determinants of measles incidence during a large outbreak, Italy, September 2016 to July 2018. *Eurosurveillance*. 2019; 24(17).
- WHO. Epidemiological Brief. 2011 May; 14.
- WHO. Epidemiological Brief. 2011 Jun; 15.
- WHO. Epidemiological Brief. 2012 Mar; 22.
- Информационный бюллетень ВОЗ. — 2015 Февраль. — № 286. <http://www.who.int>.
- Информационный бюллетень ВОЗ. — 2015 Ноябрь. — № 366. <http://www.who.int>.
- ECDC. Measles notification rate. 2015 Jan — 2016 Dec. URL: <http://ecdc.europa.eu/en/measles-notification-rate-january-2015-desember-2016>.
- Стоилькович, В. Подъем заболеваемости корью в Республике Сербия и на Северо-Западе России в 2017-2018 годах / В. Стоилькович [и др.] // Инфекция и иммунитет. — 2020. — Т.10, № 4. — С. 729–734.
- WHO. Data, statistics and graphics. [http://www.who.int/immunization/monitoring\\_surveillance/data/en/](http://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/data/en/).
- Мамаева, Т.А. Национальная лабораторная сеть Российской Федерации по диагностике кори и ее роль в выполнении программы ВОЗ по ликвидации кори / Т.А. Мамаева [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. — 2007. — № 11. — С. 4–7.
- Manual for the laboratory diagnosis of measles and rubella virus infection. WHO. Geneva, Switzerland. 2006; 2nd ed.
- Manual for the laboratory-based surveillance of measles, rubella, and congenital rubella syndrome. WHO. Geneva, Switzerland. 2018; 3rd ed.
- Мамаева, Т.А. Оценка коммерческих тест-систем ИФА разного формата для определения уровня специфических IgM и IgG в сыворотках больных корью / Т.А. Мамаева [и др.] // Вопросы вирусологии. — 2013. — № 5. — С. 43–48.
- Мамаева, Т.А. Алгоритм лабораторного подтверждения и дифференциальной диагностики коревой инфекции в период элиминации кори в Российской Федерации / Т.А. Мамаева [и др.] // Инфекция и иммунитет. — 2015. — Т.5, № 1. — С. 55–62.
- Komabayashi K, Seto J, Tanaka S, et al. The largest measles outbreak, including 38 modified measles and 22 typical measles cases in its elimination Era in Yamagata. *J. Infect. Dis.* 2018; 71: 413–418.
- Hahne SJM, Nic Lochlainn LM, Van Bugel ND. Measles outbreak among previously immunized health care workers, The Netherlands, 2014. *J. Infect. Dis.* 2016; 214(12): 1980–1986.
- Patel MK, Orenstein WA. Classification of global measles cases in 2013–2017 as due to policy or vaccination failure: a retrospective review of global surveillance data. *Lancet Glob. Health.* 2019; 7: e313-e320.
- Салдан, И.П. Клинико-эпидемиологическая характеристика кори у взрослых жителей Алтайского края / И.П. Салдан [и др.] // Журнал инфектологии. — 2019. — Т. 11, № 8. — С. 77–82.
- Мамаева, Т.А. Оценка возрастной структуры больных корью с первичным и вторичным иммунным ответом за период 2010-2016 гг. в Российской Федерации / Т.А. Мамаева [и др.] // Инфекция и иммунитет. — 2020. — Т.10, № 4. — С. 717–728.
- Durrhem DN. Measles virus is unforgiving where immunity gaps exist. *J. Infect. Dis.* 2017; 216(10): 1183–1184.
- Durrhem DN, Crowcroft NS. The price of delaying measles eradication. *The Lancet Public Health.* 2017; 2(3): e130-e131.
- Мамаева, Т.А. Особенности лабораторной диагностики кори у больных с разным прививочным анамнезом / Т.А. Мамаева [и др.] // Вопросы вирусологии. — 2012. — № 5. — С. 21–26.
- Hickman CJ, Hyde TB, Sovers SB, et al. Laboratory characterization of measles virus infection in previously vaccinated and unvaccinated individuals. *J. Infect. Dis.* 2011; 204(1): 549–558.
- Hubschen JM, Bork SM, Brown KE, et al. Challenges of measles and rubella laboratory diagnostic in the era of elimination. *Clin. Microbiol. Infect.* 2017; 23(8): 511–515.
- Cherry JD, Zahn M. Clinical characteristics of measles in previously vaccinated and unvaccinated patients in California. *Clin. Infect. Dis.* 2018; 67: 1315–1319.
- Чехляева, Т.С. Генетическое разнообразие вируса краснухи на современном этапе реализации программы элиминации краснухи и предупреждение врожденной краснухи / Т.С. Чехляева [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 2019. — № 5. — С. 95–102.

## References

1. Bichurina MA, Timofeeva EV, Zheleznova NV, et al. Zhurnal infectologii. 2013; 5(2): 96-102. (In Russian)
2. CDC. Increased transmission and outbreaks of measles. MMWR. 2011; 60(47): 1605-1610.
3. Andrianou XD, Del Manso M, Bella A, et al. Spatiotemporal distribution and determinants of measles incidence during a large outbreak, Italy, September 2016 to July 2018. Eurosurveillance. 2019; 24(17).
4. WHO. Epidemiological Brief. 2011 May; 14.
5. WHO. Epidemiological Brief. 2011 Jun; 15.
6. WHO. Epidemiological Brief. 2012 Mar; 22.
7. Informational bulletin WHO. 2015 Feb; 286. — <http://www.who.int>
8. Informational bulletin WHO. 2015 Nov; 366. — <http://www.who.int>.
9. ECDC. Measles notification rate, 2015 Jan. — 2016 Dec. — URL: <http://ecdc.europa.eu/en/measles-notification-rate-january-2015-desember-2016>.
10. Stoilkovich V, Bichurina MA, Lavrenteva IN, et al. Infektsia i immunitet. 2020; 10(4): 729 — 734. (In Russian)
11. WHO. Data, statistics and graphics — [http://www.who.int/immunization/monitoring\\_surveillance/data/en/](http://www.who.int/immunization/monitoring_surveillance/data/en/).
12. Mamaeva TA, Tikhonova NT, Naumova MA, Shulga SV. Zdorovye naseleniya i sreda obitaniya. 2007; 11 (176): 4–7. (In Russian)
13. Manual for the laboratory diagnosis of measles and rubella virus infection. WHO. Geneva, Switzerland. 2006; 2nd ed.
14. Manual for the laboratory-based surveillance of measles, rubella, and congenital rubella syndrome. WHO. Geneva, Switzerland. 2018; 3rd ed.
15. Mamaeva TA, Naumova MA, Zheleznova NV, et al. Voprosy virusologii. 2013; 5: 43–48. (In Russian)
16. Mamaeva TA, Zheleznova NV, Naumova MA, et al. Infektsia i immunitet. 2015; 5(1): 55–62. (In Russian)
17. Komabayashi K, Seto J, Tanaka S, et al. The largest measles outbreak, including 38 modified measles and 22 typical measles cases in its elimination Era in Yamagata, Japan, 2017. Jpn. J. Infect. Dis. 2018; 71: 413–418.
18. Hahne SJM, Nic Lochlainn LM, Van Bugel ND. Measles outbreak among previously immunized health care workers, The Netherlands, 2014. J. Infect. Dis. 2016; 214(12): 1980–1986.
19. Patel MK, Orenstein WA. Classification of global measles cases in 2013–2017 as due to policy or vaccination failure: a retrospective review of global surveillance data. Lancet Glob. Health. 2019; 7: e313-e320.
20. Saldan IP, Karbysheva NV, Bobrovsky EA, et al. Zhurnal infectologii. 2019; 11(8): 77–82. (In Russian)
21. Mamaeva TA, Zheleznova NV, Bichurina MA, et al. Infektsia i immunitet. 2020; 10(4): 717–728. (In Russian)
22. Durrhem DN. Measles virus is unforgiving where immunity gaps exist. J. Infect. Dis. 2017; 216 (10): 1183–1184.
23. Durrhem DN, Crowcroft NS. The price of delaying measles eradication. The Lancet Public Health. 2017; 2 (3): e130-e131.
24. Mamaeva TA, Lipskaya GU, Naumova MA, et al. Voprosy virusologii. 2012; 5: 21–26. (In Russian)
25. Hickman CJ, Hyde TB, Sovers SB, et al. Laboratory characterization of measles virus infection in previously vaccinated and unvaccinated individuals. J. Infect. Dis. 2011; 204(1): 549–558.
26. Hubschen J.M, Bork S.M, Brown K.E, et al. Challenges of measles and rubella laboratory diagnostic in the era of elimination. Clin. Microbiol. Infect. 2017; 23(8): 511–515.
27. Cherry JD, Zahn M. Clinical characteristics of measles in previously vaccinated and unvaccinated patients in California. Clin. Infect. Dis. 2018; 67: 1315–1319.
28. Chekhlyayeva TS, Shulga SV, Erokhov DV, et al. Zhurnal microbiologii. 2019; 5: 95–102. (In Russian)

*Авторский коллектив:*

*Бичурина Маина Александровна* — старший научный сотрудник, заведующая вирусологической лабораторией центра по элиминации кори и краснухи Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера; тел.: 8(812)233-21-56, e-mail: [romanenkova@pasteurorg.ru](mailto:romanenkova@pasteurorg.ru)

*Железнова Нина Всеволодовна* — старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории вирусных гепатитов Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера; тел.: 8(812)233-21-56, e-mail: [nzhel@mail.ru](mailto:nzhel@mail.ru)

*Шарова Алена Александровна* — младший научный сотрудник группы эпидемиологического мониторинга и прогнозирования Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Пастера; тел.: 8(812)233-21-56, e-mail: [alenasharova21@gmail.com](mailto:alenasharova21@gmail.com)