ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
DOI: https://doi.org/10.36233/0507-4088-282
© СИМАКОВА Я.В., ГУЩИН В.А., СЕМЕНЕНКО Т.А., ОГАРКОВА Д.А., КЛЕЙМЕНОВ Д.А., НОЗДРАЧЕВА А.В., МАНУЙЛОВ В.А., ТКАЧУК А.П., ГИНЦБУРГ А.Л., 2025

Оценка популяционного иммунитета к кори, краснухе и эпидемическому паротиту в Москве на современном этапе

Симакова Я.В.[1], Гущин В.А.[1–3]✉, Семененко Т.А.[1,2], Огаркова Д.А.[1], Клейменов Д.А.[1], Ноздрачева А.В.[1], Мануйлов В.А.[1,4], Ткачук А.П.[5], Гинцбург А.Л.[1,2]

[1]ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи», 123098, г. Москва, Россия;
[2]ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119048, г. Москва, Россия;
[3]ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119234, г. Москва, Россия;
[4]ФГАОУ ВО «Новосибирский государственный университет», 630090, г. Новосибирск, Россия;
[5]ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных болезней» Минздрава России, 127994, г. Москва, Россия

Резюме
Введение. Проблема заболеваемости вакциноуправляемыми инфекциями на этапе их элиминации требует слежения за состоянием популяционного специфического иммунитета с помощью серологического мониторинга, являющегося компонентом системы эпидемиологического надзора.
Цель исследования. Изучить эпидемиологические особенности кори, краснухи и эпидемического паротита (ЭП) и оценить уровень их серопревалентности в последнее десятилетие в Москве.
Материалы и методы. Для проведения ретроспективного анализа заболеваемости использовали формы федерального статистического наблюдения № 2, № 5 и № 6; данные государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве»; официальные сведения ЕМИСС за 2012–2023 гг. Образцы сывороток крови (n = 7458) от условно здоровых лиц, стратифицированных по возрасту, изучены на наличие антител класса G (IgG) к вирусам кори, краснухи и ЭП методом иммуноферментного анализа. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программ Microsoft Excel и SPSS Statistics v. 27 (IBM).
Результаты. При анализе эпидемиологической ситуации в Москве с 2012 по 2023 г. установлено наличие разнонаправленных тенденций: волнообразного роста заболеваемости корью, стабилизации регистрации случаев краснухи на спорадическом уровне и неустойчивой заболеваемости ЭП с небольшим трендом в сторону увеличения. Определен высокий уровень антител IgG к вирусу краснухи, препятствующий распространению инфекции среди населения. Сформированный уровень популяционного иммунитета к ЭП не позволяет снизить заболеваемость до спорадических случаев. Наблюдаемый тренд роста заболеваемости корью в последнее десятилетие может быть объяснен накоплением неиммунных лиц среди населения.
Заключение. Возникшие сложности с достижением целевых уровней охвата вакцинацией во время пандемии COVID-19, а также значительная доля серонегативных лиц свидетельствуют о необходимости коррекции тактики вакцинопрофилактики и проведения мер по подчищающей и догоняющей иммунизации населения в отношении кори и эпидемического паротита, особенно в возрастных группах риска.

Ключевые слова: *эпидемический процесс; заболеваемость; корь; краснуха; эпидемический паротит; популяционный иммунитет*

Для цитирования: Симакова Я.В., Гущин В.А., Семененко Т.А., Огаркова Д.А., Клейменов Д.А., Ноздрачева А.В., Мануйлов В.А., Ткачук А.П., Гинцбург А.Л. Оценка популяционного иммунитета к кори, краснухе и эпидемическому паротиту в Москве на современном этапе. *Вопросы вирусологии*. 2025; 70(2): 133–146. DOI: https://doi.org/10.36233/0507-4088-282 EDN: https://elibrary.ru/vhxaqq

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства здравоохранения РФ в рамках реализации государственного задания № 123031400022-0 «Изучение изменчивости SARS-CoV-2 в контексте биологических рисков снижения эффективности применяемых средств терапии и профилактики в ходе пандемии COVID-19» и государственного задания № 1023022600018-1-3.3.9;3.5.2 «Лабораторно-определяемые маркеры и их цифровая трансформация с целью прогнозирования напряженности популяционного иммунитета в отношении актуальных инфекций, в том числе COVID-19, для решения вопросов биобезопасности».
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.
Этическое утверждение. Исследование проводилось при добровольном информированном согласии пациентов. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Национального исследовательского центра эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи (протокол № 17 от 16.11.2018).

ORIGINAL STUDY ARTICLE
DOI: https://doi.org/10.36233/0507-4088-282

Characteristics of the epidemic process of measles, rubella and mumps in Moscow and assessment of their seroprevalence at the present stage

Yana V. Simakova[1], Vladimir A. Gushchin[1–3]✉, Tatiana A. Semenenko[1,2], Daria A. Ogarkova[1], Denis A. Kleymenov[1], Anna V. Nozdracheva[1], Victor A. Manuylov[1,4], Artem P. Tkachuk[5], Alexander L. Gintsburg[1,2]

[1]National Research Centre for Epidemiology and Microbiology Named After Honorary Academician N. F. Gamaleya of the Ministry of Health of the Russian Federation, 123098, Moscow, Russia;
[2]I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 119048, Moscow, Russia;
[3]Lomonosov Moscow State University, 119234, Moscow, Russia;
[4]Novosibirsk State University, 630090, Novosibirsk, Russia;
[5]National Medical Research Center for Phthisiopulmonology and Infectious Diseases of the Ministry of Health of the Russian Federation, 127994, Moscow, Russia

Abstract
Introduction. The problem of vaccine-preventable infections requires assessing the state of herd immunity through serological monitoring.
The aim. To study the epidemiological features of measles, rubella and mumps and to estimate their seroprevalence in the last decade in Moscow.
Materials and methods. Forms of federal statistical observation; State reports «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the Moscow population»; official EMISS data for 2012–2023 were used to conduct a retrospective analysis of incidence. Blood serum samples (n = 7458) from healthy individuals stratified by age were tested for the presence of IgG antobodies to measles, rubella and mumps using the ELISA. Statistical data processing was performed using Microsoft Excel and SPSS Statistics v.27 (IBM).
Results. The analysis of epidemiological situation in Moscow in 2012–2023 revealed the presence of multidirectional trends: wave-like increase in the incidence of measles, stabilization of rubella cases registration and unstable incidence of mumps with an upward trend. A high prevalence of IgG antibodies to rubella virus was determined, preventing the spread of infection among the population. The formed level of herd immunity to mumps does not allow reducing the incidence to sporadic cases. The observed trend of increasing measles incidence can be explained by the accumulation of non-immune individuals among the population.
Conclusion. The significant proportion of seronegative individuals indicate the necessity to adjust vaccination prevention tactics and implement measures for mopping-up and catch-up immunization of the population against measles and mumps, especially in risk age groups.

Keywords: *epidemic process; morbidity; measles; rubella; mumps; population immunity*

For citation: Simakova Ya.V., Gushchin V.A., Semenenko T.A., Ogarkova D.A., Kleymenov D.A., Nozdracheva A.V., Manuylov V.A., Tkachuk A.P., Gintsburg A.L. Characteristics of the epidemic process of measles, rubella and mumps in Moscow and assessment of their seroprevalence at the present stage. *Problems of Virology* (*Voprosy Virusologii*). 2025; 70(2): 133–146. DOI: https://doi.org/10.36233/0507-4088-282 EDN: https://elibrary.ru/vhxaqq

Funding. The study was funded by the Ministry of Health of the Russian Federation (Project No. 123031400022-0, titled Investigation of SARS-CoV-2 variability in relation to the biological risks associated with the reduced efficacy of therapy and prevention used during the COVID-19 pandemic and Project No. 1023022600018-1-3.3.9;3.5.2 Laboratory-determined markers and their digital transformation to predict the strength of population immunity in relation to current infections, including COVID-19, to address biosafety issues).
Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.
Ethics approval. The study was conducted with the informed consent of the patients. The research protocol was approved by the Local Ethics Committee of the National Research Centre for Epidemiology and Microbiology named after Honorary Academician N.F. Gamaleya (protocol No. 17, November 16, 2018).

Введение

Мировой опыт борьбы с инфекционными заболеваниями показал, что иммунизация населения является одним из основных средств контроля эпидемического процесса многих инфекций. В частности, к ныне управляемым инфекциям относятся корь, краснуха и эпидемический паротит (ЭП), каждая из которых в довакцинальный период наносила значительный экономический ущерб и характеризовалась высокой летальностью. Провозглашенная Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в 1974 г. расширенная программа иммунизации (РПИ) поставила своей

целью создание высокого охвата населения профилактическими прививками и внедрение системы эффективного эпидемиологического надзора в странах-участниках независимо от их географического положения или социально-экономического статуса[1]. За прошедшие 50 лет усилия по реализации РПИ спасли более 154 млн человек во всем мире и способствовали изменению глобального ландшафта здравоохранения[2].

После введения в Национальный календарь профилактических прививок России вакцинации против кори (1967 г.), паротита (1981 г.) и краснухи (1997 г.) заболеваемость населения этими инфекциями, а также смертность от них стали планомерно снижаться. Эти заболевания традиционно рассматриваются как вирусные инфекции с весьма схожим эпидемическим процессом и имеют ряд общих характеристик: воздушно-капельный механизм передачи; низкая устойчивость возбудителя в окружающей среде; протективный постинфекционный иммунитет; сходная тактика профилактики аттенуированными вакцинами и др. [1]. Европейское региональное бюро ВОЗ разработало и внедрило стратегическую программу по элиминации кори и краснухи к 2010 г., заключавшуюся в прерывании местного распространения инфекции вследствие высокого уровня популяционного иммунитета, при этом могут регистрироваться завозные случаи и ограниченные вспышки. Для реализации программы необходимым являлось достижение и устойчивое поддержание высокого уровня охвата вакцинацией двумя дозами вакцины против кори (> 95%) и по крайней мере одной дозой вакцины против краснухи[3].

Однако на фоне снижения числа случаев краснухи до единичных с 2011 г. стали регистрировать подъемы заболеваемости корью во многих странах мира, в том числе в Российской Федерации. Пролонгирование действия Программы ВОЗ по элиминации кори и краснухи до 2020 г.[4], а затем до 2030 г.[5] не внесло существенных изменений, и медико-социальная значимость этих инфекций, особенно кори, остается высокой [2–4]. В 2023 г. на территории Российской Федерации отмечался очередной циклический подъем заболеваемости корью. Зарегистрировано 13 083 случая кори, показатель заболеваемости составил 8,92 случая на 100 тыс. населения, что выше среднемноголетнего показателя (СМП) в 7 раз (СМП – 1,28 на 100 тыс. населения)[6]. Согласно информации ВОЗ, Россия заняла 3-е место в Европейском регионе по количеству выявленных случаев заболевания корью с июля 2023 г. по июнь 2024 г.[7]

Большинство работ, посвященных проблеме заболеваемости вакциноуправляемыми инфекциями на этапе их элиминации, сосредоточено на вопросах, касающихся изучения закономерностей развития эпидемического процесса, а также на анализе охвата населения профилактическими прививками по данным статистической отчетности. Недостаточная объективность оценки качества иммунопрофилактики только по документации может быть связана с несоблюдением «холодовой цепи» при транспортировке препарата, низкой эффективностью вакцин, нарушением схем иммунизации, увеличением числа отказов от прививок и др. [5, 6]. В связи с этим особую значимость в условиях гетерогенности прививаемого населения приобретает слежение за состоянием популяционного и индивидуального специфического иммунитета с помощью серологического мониторинга, являющегося компонентом подсистемы информационного обеспечения системы эпидемиологического надзора за вакцинопрофилактикой [7, 8].

В методических указаниях по организации и проведению серологического мониторинга состояния коллективного иммунитета к инфекциям, управляемым средствами специфической профилактики, для оценки эффективности проведенных прививочных мероприятий рассматриваются индикаторные группы населения[8], однако на современном этапе возникает необходимость обследования более широких слоев населения, в ряде случаев – без сведений о прививочном анамнезе, поскольку не все (особенно взрослые лица) имеют прививочные паспорта, где достоверно отражены эти данные.

Цель исследования – изучение эпидемиологических особенностей кори, краснухи и ЭП и оценка уровня их серопревалентности в последнее десятилетие на примере крупного мегаполиса – города Москвы.

[1]50th anniversary of the Expanded Programme on Immunization (EPI); 2024. Доступно по: https://who.int/news-room/events/detail/2024/01/01/default-calendar/50th-anniversary-of-the-expanded-programme-on-immunization-(epi)

[2]Global immunization efforts have saved at least 154 million lives over the past 50 years; 2024. Доступно по: https://www.unicef.org/eca/press-releases/global-immunization-efforts-have-saved-least-154-million-lives-over-past-50-years

[3]Eliminating measles and rubella and preventing congenital rubella infection. WHO European Region strategic plan, 2005–2010. Доступно по: https://who-sandbox.squiz.cloud/__data/assets/pdf_file/0008/79028/E87772.pdf

[4]WHO. European Vaccine Action Plan 2015–2020. Copenhagen; 2014. Доступно по: https://apps.who.int/iris/handle/10665/340400

[5]WHO. The European Immunization Agenda 2030. Copenhagen; 2021. Доступно по: https://who.int/europe/initiatives/the-european-immunization-agenda-2030

[6]Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году». М.; 2024.

[7]WHO. Measles and rubella monthly update – WHO European Region – July 2024; 2024. Доступно по: https://who.int/europe/publications/m/item/measles-and-rubella-monthly-update---who-european-region---july-2024

[8]МУ 3.1.2943–11. Организация и проведение серологического мониторинга состояния коллективного иммунитета к инфекциям, управляемым средствами специфической профилактики (дифтерия, столбняк, коклюш, корь, краснуха). М.; 2011.

Материалы и методы

Материалом для ретроспективного анализа заболеваемости послужили формы федерального государственного статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», № 5 «Сведения о профилактических прививках», № 6 «Сведения о контингентах детей и взрослых, привитых против инфекционных заболеваний», данные государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» и «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве», а также официальные данные Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) за 2012–2023 гг.

С целью оценки популяционного иммунитета к различным инфекциям в России были организованы исследования с формированием банка, содержащего 28 395 образцов сывороток крови, собранных от условно здорового населения без ограничения по возрасту в период с 2018 г. по начало 2020 г. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Все участники (доноры образцов сывороток крови) дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Исследование одобрено Независимым междисциплинарным Комитетом по этической экспертизе клинических исследований (Москва, Россия) (разрешение № 17 от 16.11.2018). В настоящей работе описываются только данные, полученные при исследовании 7458 образцов сывороток крови, полученных в 2019 г. от условно здоровых доноров, проживающих на территории Москвы и Московской области, на наличие специфических антител класса G (IgG) к вирусам кори, краснухи и паротита. При оценке уровня популяционного иммунитета обследуемые лица были стратифицированы в возрастные группы: 0–1 год, 2 года – 5 лет, 6–10 лет и далее с шагом в 5 лет до 60 лет, 60–70 лет и старше 71 года. Исследование было организовано и проведено в соответствии с методическими указаниями по организации и проведению серологического мониторинга состояния коллективного иммунитета к инфекциям, управляемым средствами специфической профилактики[8]. Информация о прививочном статусе и анамнезе заболевания изучаемыми инфекциями была получена при анкетировании добровольцев. Образцы сывороток крови изучали методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием отечественных тест-систем «ВектоКорь-IgG», «ВектоРубелла-IgG», «ВектоПаротит-IgG» («Вектор-Бест», Россия), следуя инструкциям фирмы-изготовителя. Согласно инструкции по использованию тест-систем, в качестве положительных результатов учитывали следующие показатели уровня IgG в сыворотке крови: для кори ≥ 0,18 МЕ/мл, для краснухи ≥ 10 МЕ/мл, для паротита ≥ 29,27 УЕ/мл.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программ Microsoft Excel и SPSS Statistics v. 27 (IBM, США). Для эпидемиологического анализа использовали абсолютные и относительные показатели заболеваемости с построением доверительных интервалов по методу Уилсона. Для проверки значимости различий результатов между группами обследованных лиц использовали критерий χ^2 с поправкой Йетса при наличии соответствующих критериев. Коэффициент ассоциации (Ka) использовался для анализа взаимодействия между бинарными показателями. Для анализа взаимодействия более двух параметров друг с другом были построены модели логистической регрессии. Для анализа качества модели применяли коэффициент детерминации R^2 Найджелкерка.

Результаты

Ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости корью в Москве на фоне высокого охвата вакцинацией свидетельствует о разной интенсивности эпидемического процесса, который характеризовался периодическими подъемами и спадами: В годы подъема – в 2018, 2019 и 2023 гг. – показатель заболеваемости корью у взрослых достигал 4,4, 8,0 и 9,5 на 100 тыс. населения соответственно; в годы спада – в 2016, 2021 и 2022 гг. – показатель снижался до 0,1, 0 и 0,1 на 100 тыс. населения (**рис. 1**). Среди детского населения разброс показателей был еще более значительным: 21,2, 24,5 и 54,9 на 100 тыс. населения в годы подъема и 0,3, 0 и 0,3 на 100 тыс. населения в годы спада соответственно (рис. 1). В обеих когортах наблюдался возрастающий тренд заболеваемости, который был подтвержден ее пиком в марте 2024 г.

В связи с пандемией COVID-19 в Москве был задействован широкий комплекс мер неспецифической профилактики, а также противоэпидемических мероприятий, большинство из которых направлено на прерывание аэрозольного и контактного механизмов передачи инфекции [9–11]. Учитывая общность указанных механизмов передачи для многих заболеваний, можно констатировать, что проведение ограничительных и карантинных мероприятий положительным образом отразилось на снижении распространенности всех воздушно-капельных инфекций. Однако регистрируемый спад заболеваемости корью в 2020–2021 гг. не является показательным и с большой долей вероятности не отражает истинных характеристик эпидемического процесса, поскольку в период пандемии отмечена гиподиагностика инфекционных заболеваний, связанная с перегруженностью системы здравоохранения.

В Москве 2023 г. характеризовался ростом показателей заболеваемости корью как среди детского (54,9 на 100 тыс. населения), так и взрослого населения (9,5 на 100 тыс. населения), и риск заболеть коревой инфекцией у детей был выше, чем у взрослых в 5,5 раза (рис. 1). По всей видимости, такой «всплеск» заболеваемости корью связан с отменой карантинных мероприятий, накоплением невакцинированных лиц из-за снижения активности работы прививочных кампаний в период пандемии, необоснованных медицинских отводов, а также большим наплывом трудовых мигрантов из стран ближнего

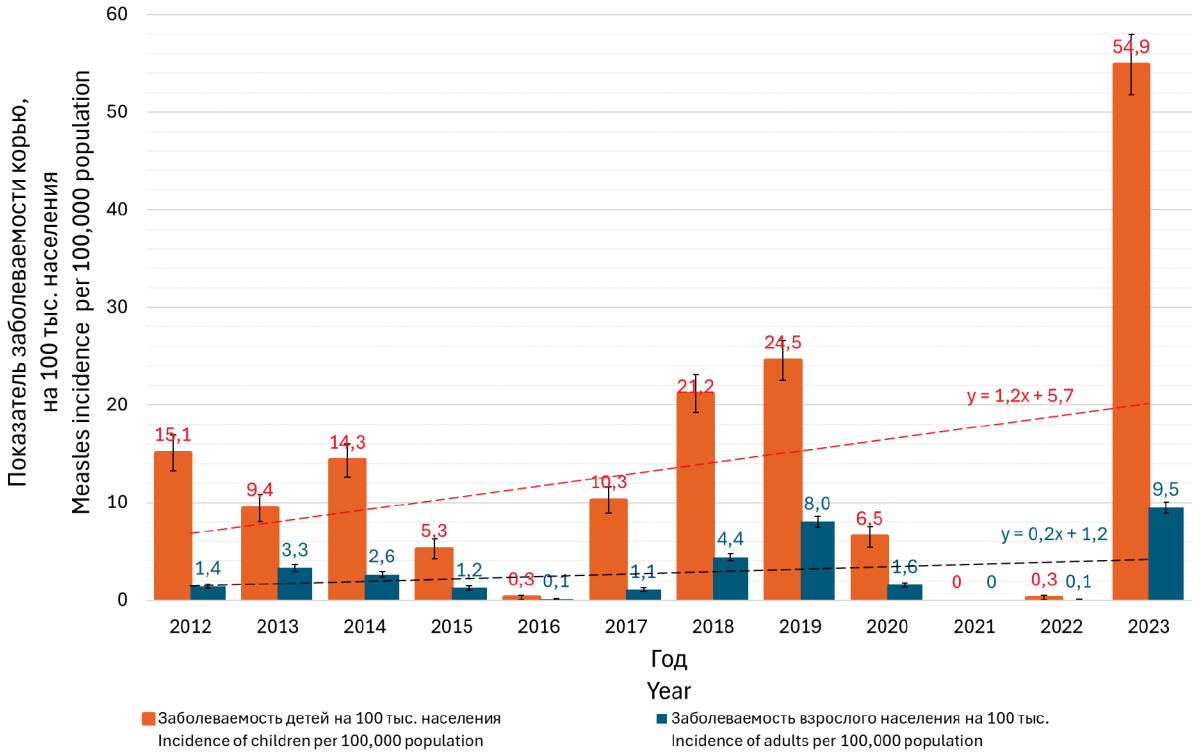

Рис. 1. Показатели заболеваемость корью (на 100 тыс. населения) в Москве в период с 2012 по 2023 г. среди взрослых и детей. Красная пунктирная линия отображает тренд среди детского населения, а черная пунктирная линия – тренд заболеваемости взрослых.

Fig. 1. Measles incidence rates (per 100,000 population) in Moscow in 2012–2023 among adults and children. The red dotted line shows the trend in incidence among the child population, and the black dotted line shows the trend in incidence among adults.

зарубежья с неизвестным прививочным анамнезом[9]. Кроме того, на фоне пандемии COVID-19 произошла активизация антивакцинальных настроений во всем мире, в том числе в России [4].

Возрастная структура заболевших корью детей и взрослых за изучаемый период была неоднородной. Так, в 2013 г. соотношение долей заболевших детей от 0 до 17 лет и взрослых составляло 34,3% против 65,7%, а в 2017 г. – 66,4% против 33,6% соответственно (**рис. 2**). В 2023 г. не установлено статистически значимых различий между удельным весом больных детей и взрослых (53,8 и 46,2%). Согласно данным официальной статистики, целевые показатели ВОЗ по охвату жителей страны профилактическими прививками в отношении кори успешно достигнуты и поддерживаются на уровне не менее 90% взрослого населения и 95% детского населения[6]. При этом заболеваемость корью определяется непривитыми лицами. Отмечено, что 92,5% заболевших (n = 2076) от всех зарегистрированных случаев кори либо не имели сведений о прививках, либо достоверно не были привиты в соответствии с национальным календарем профилактических прививок[9].

В отличие от кори, динамика заболеваемости краснухой в Москве до 2016 г. имела стойкую тенденцию к снижению, которую можно описать экспоненциальным трендом, а в последние годы показатель заболеваемости остается на одном уровне – 0,02 на 100 тыс. населения (**рис. 3**), что обусловлено совершенствованием эпидемиологического надзора и контроля за этой инфекцией. При этом, в связи с высоким уровнем заболеваемости краснухой в конце 1990-х – начале 2000-х гг., в популяции сохраняется доля населения, имеющего постинфекционный иммунитет, более выраженный и стойкий по сравнению с поствакцинальным [12]. Следует также учитывать, что для ограничения распространения краснухи достаточно более низкого уровня иммунитета, чем для кори, что связано с меньшим контагиозным числом для этой инфекции.

Заболеваемость ЭП в Москве носит устойчивый спорадический характер, однако в период пандемии, вызванной коронавирусной инфекцией, также было отмечено снижение числа зарегистрированных случаев инфекции, что могло быть вызвано недостаточным статистическим учетом заболевших. В 2023 г. в Москве отмечен подъем уровня заболеваемости ЭП (67 случаев; показатель 0,53 на 100 тыс. населения), что в 2,7 раза больше, чем в 2022 г. (25 случаев; показатель 0,20 на 100 тыс. населения) и в 2,9 раза больше, чем в 2021 г. (23 случая; показатель заболеваемости 0,18 на 100 тыс. населения)[9].

[9]Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2023 году». М.; 2024.

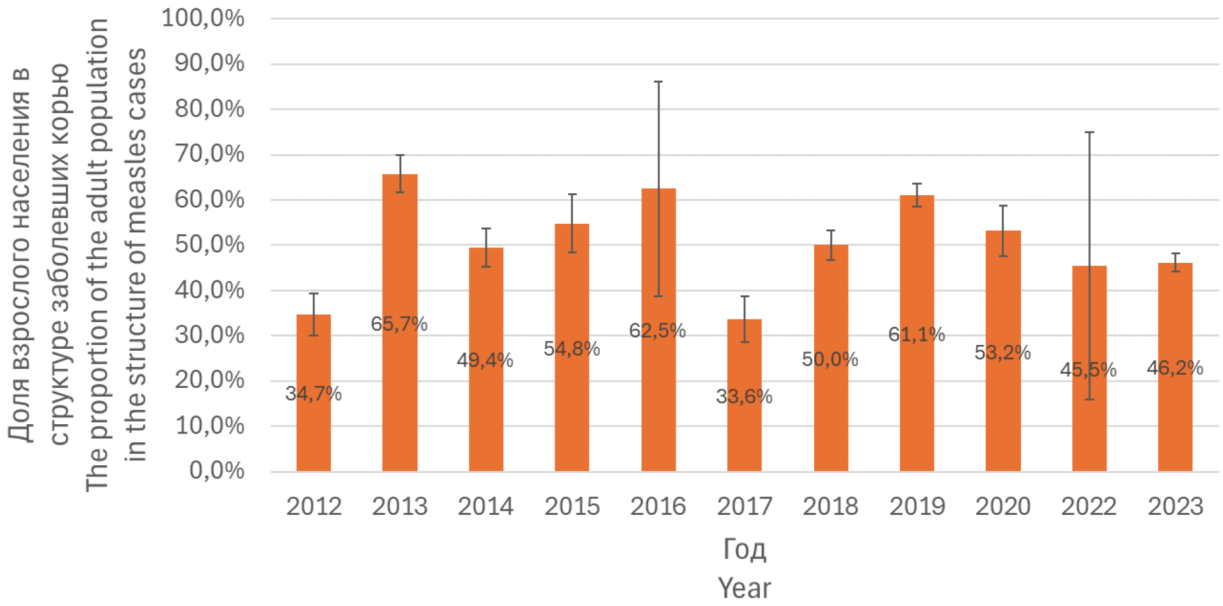

Рис. 2. Доли взрослых среди заболевших корью в г. Москве в 2012–2023 гг.

Fig. 2. Proportion of adults among measles patients in Moscow in 2012–2023.

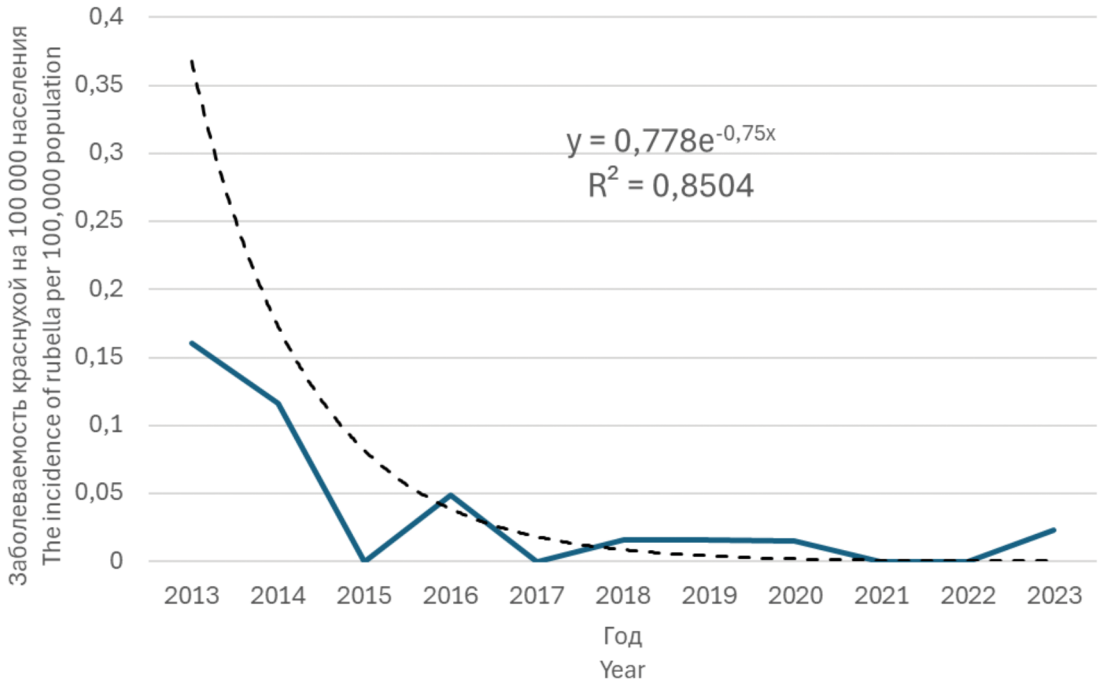

Рис. 3. Показатели заболеваемость краснухой (на 100 тыс. населения) в Москве в период с 2012 по 2023 г.
Черным пунктиром показана логарифмическая линия тренда.

Fig. 3. Rubella incidence rates (per 100,000 population) in Moscow in 2012–2023.
The black dotted line shows the logarithmic trend line.

Несмотря на значимость данных официальной статистики о заболеваемости и документированной иммунизации, они не дают ответа на основной вопрос: какова фактическая защищенность разных возрастных и социальных групп населения от той или иной инфекции? В связи с возможными нарушениями схем иммунизации, несоблюдением «холодовой цепи» при транспортировке и хранении вакцинных препаратов, наличием в популяции лиц, не способных к выработке полноценного иммунного ответа (нон-респондеры), и других причин [5, 7, 13–15], объективная оценка эффективности массовой вакцинации может быть получена только на основании данных серологического исследования. Динамическое слежение за состоянием иммунитета населения к инфекциям, управляемым средствами специфиче-

ской профилактики, позволяет своевременно установить признаки эпидемиологического неблагополучия, свидетельствующего о начавшейся активизации эпидемического процесса. Прогноз дальнейшего развития ситуации по каждой из наблюдаемых инфекций считается неудовлетворительным, если выявляется тенденция к увеличению доли серонегативных лиц и превышению допустимого уровня [8].

Для обеспечения популяционного иммунитета к кори, краснухе, ЭП, достаточного для предупреждения распространения инфекции среди населения, охват прививками населения на территории муниципального образования должен составлять:

– вакцинацией и ревакцинацией против кори, краснухи, ЭП детей в декретированных возрастах не менее 95%;

– вакцинацией против краснухи женщин в возрасте 18–25 лет не менее 90%;

– вакцинацией против кори взрослых в возрасте 18–35 лет не менее 90%;

– вакцинацией против кори лиц декретированных профессий 18–55 лет не менее 90%[10].

Актуальность популяционных исследований различных аспектов инфекционной патологии стала основанием для формирования паспортизированной коллекции образцов сывороток крови в НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи. Использование материалов банка сывороток крови позволяет проводить широкомасштабные научные исследования, которые в значительной мере расширяют представления об особенностях эпидемиологических процессов многих инфекций [16–19]. В рамках настоящего исследования проведено серологическое исследование более 7000 образцов сывороток крови, полученных в 2019 г. от условно здорового населения, проживающего на территории Москвы и Московской области, на наличие специфических антител к вирусам кори, краснухи и паротита. Выбор временно́й точки был обусловлен тем, что 2019 г. явился предшествующим началу пандемии коронавирусной инфекции, а также характеризовался максимальными показателями заболеваемости корью. При оценке уровня иммунитета обследуемые лица были стратифицированы в возрастные группы: 0–1 год, 2 года – 5 лет, 6–10 лет и далее с шагом в 5 лет до 60 лет, 60–70 лет и старше 71 года. Согласно анкетам, данные о наличии/отсутствии вакцинации указали 6829 человек (91,6%), а данные о наличии или отсутствии перенесенного заболевания известны для 6833 лиц (91,6%).

Ввиду того, что при проведении исследования для сбора вакцинального и инфекционного анамнеза использовали данные анкетирования, не всегда у обследованных лиц, имевших сведения о встрече с возбудителями кори, краснухи или ЭП, в серологических реакциях были выявлены соответствующие антитела (**рис. 4**). Наличие данных о серии вакцины и дате вакцинации, а также о диагнозе перенесенного заболевания и дате его постановки является достоверным подтверждением прививочного и инфекционного анамнеза. Однако не всегда медицинские документы с указанной информацией доступны для населения. Тем не менее сбор данных посредством анкетирования позволяет уточнить отношение анкетируемых к вакцинации и косвенным образом оценить охват вакцинацией дополнительно к данным официальной статистики.

Среди тех участников, которые сообщили о наличии вакцинации против кори в прошлом, имели антитела 72,1% (95% ДИ 70,58–73,59%), а среди тех, кто не отметил свой вакцинальный статус (т.е. не имел достоверной информации о нем или не пожелал ответить) – 63,5% (95% ДИ 61,88–65,1%). Анкетные данные в наибольшей степени соответствовали результатам серологических исследований в возрастной группе 16–20 лет. Так, 86,8% (95% ДИ 83,69–89,62%) добровольцев этой группы, указавших корь в анамнезе, имели антитела к возбудителю, а среди тех, кто не сообщил о заболевании, – только 65,7% (95% ДИ 64,53–66,86%). При этом в группе молодых лиц (в возрасте до 31 года) была выявлена умеренная корреляционная связь между вакцинальным анамнезом и наличием антител (Ka = 0,345, $p < 0,001$), а между наличием антител и сведениями о перенесенной инфекции выявлена слабая корреляционная связь (Ka = 0,224, $p < 0,001$). В группе лиц старше 31 года наблюдалась заметная связь между сведениями о перенесенной инфекции и наличием антител (Ka = 0,558, $p < 0,001$). Между вакцинальным анамнезом и наличием антител статистически значимой связи не обнаружено. Согласно модели логистической регрессии, такие параметры, как возраст, инфекционный и прививочный анамнез, объяснили только 9,1% данных о наличии антител (R^2 Найджелкерка = 0,091, $p < 0,001$). Данные о перенесенной инфекции, по-видимому, слабо информативны для предсказания уровня иммунитета к кори. Аналогичная ситуация наблюдалась и в отношении краснухи и ЭП. Согласно модели логистической регрессии, такие параметры, как возраст, анамнез и прививочный анамнез, объясняют только 11,0% данных о наличии антител к вирусу краснухи (R^2 Найджелкерка = 0,110, $p < 0,001$) и 6,5% к вирусу ЭП (R^2 Найджелкерка = 0,065, $p < 0,001$).

С увеличением возраста наблюдается сходимость графиков доли серопозитивных лиц, что может быть объяснено либо увеличением доли неверной информации о проведенной вакцинации, либо перенесенной инфекцией, в том числе в бессимптомной форме.

Анализ прививочного анамнеза обследованных лиц в отношении кори показал, что среди детей считают себя не вакцинированными от 33 до 41% респондентов (при этом для детей до 14 лет, в соответствии с условиями участия в исследовании, анкеты заполняли их родители или опекуны). Среди взрослых доля таких лиц была больше и достигла 58% в группе 56–60 лет. Необходимо отметить, что указанная возрастная группа и лица старше этого возраста родились

[10]СанПиН 3.3686–21. Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней. М.; 2021.

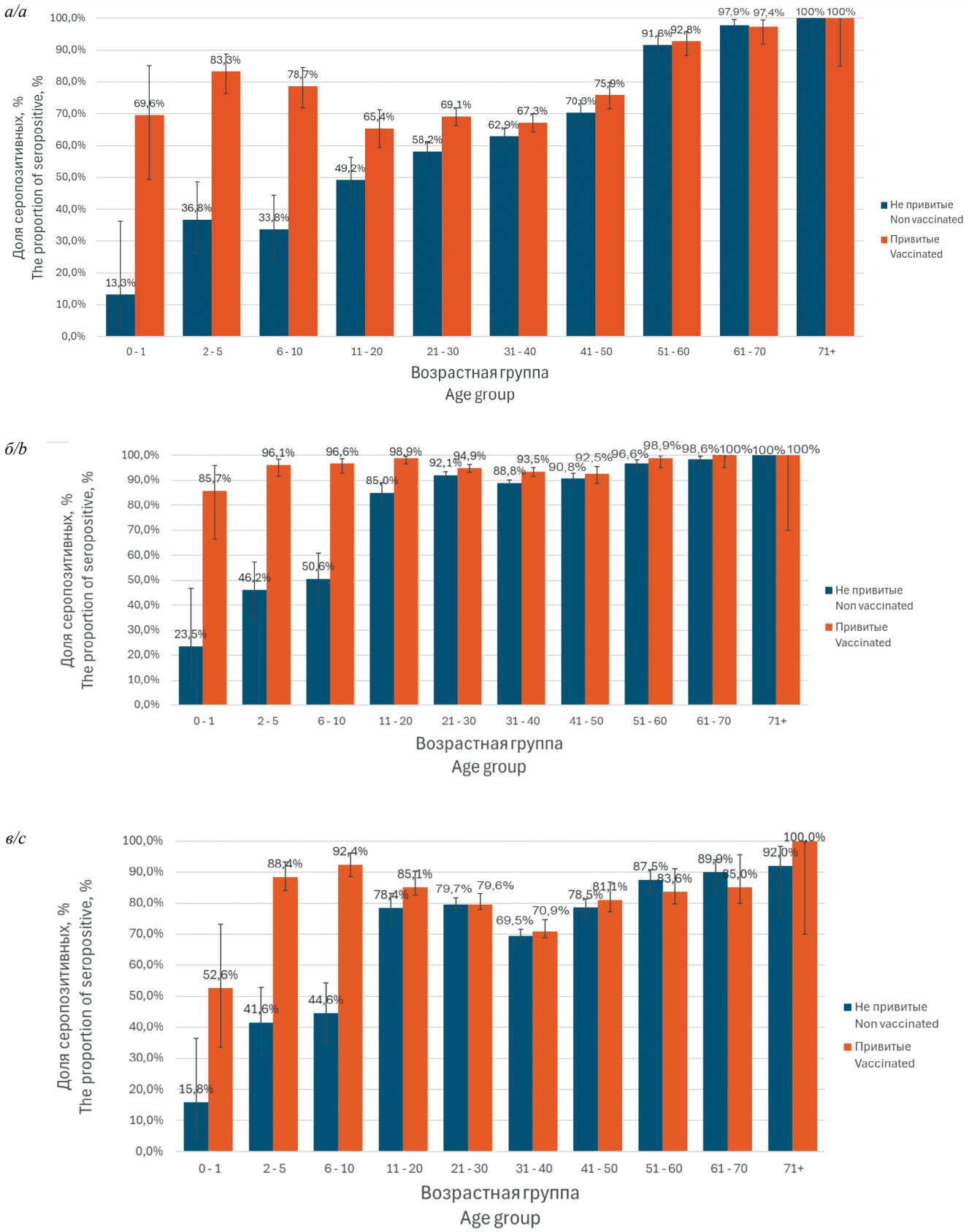

Рис. 4. Доля серопозитивных лиц к кори (а), краснухе (б), ЭП (в) в зависимости от вакцинального статуса согласно анкетным данным в разных возрастных группах лиц, обследованных в 2019 г.

Fig. 4. The proportion of seropositive persons to measles (a), rubella (b), mumps (c), depending on the vaccination status according to the questionnaire data in various age groups surveyed in 2019.

до начала массовой вакцинопрофилактики в 60-х гг., что объясняет полученные данные о вакцинальном анамнезе. В отношении краснухи и ЭП считала себя не привитой сопоставимая доля обследованных лиц (статистически значимых различий не выявлено, $p > 0,05$) (**таблица**).

Отмечены различия в распределении серопозитивных лиц к изучаемым инфекциям в разных возрастных группах. В среднем к вирусу кори были иммунными 67,38% (95% ДИ 66,31–68,44%), краснухи – 90,65% (95% ДИ 89,98–91,3%), ЭП – 75,25% (95% ДИ 74,24–76,24%) обследованных соответственно (**рис. 5**). При этом в возрастной группе до 24 мес доля иммунных ко всем трем инфекциям лиц была наименьшей и не превышала 50% обследованных, что объясняется вакцинацией от трех исследуемых инфекций в возрасте 12 мес. Вероятно, на момент проведения исследования не все дети данной возрастной группы успели получить соответствующую вакцину.

Тем не менее в возрастной группе 6–10 лет более 90% детей должны были получить как минимум одну дозу вакцины согласно официальной статистической отчетности об охвате вакцинацией в декретированных возрастных группах. Согласно полученным данным, только 61,34% (95% ДИ 55,46–67,06%) обследованных лиц данной возрастной группы имели специфические антитела класса IgG. Доли иммунных к вирусам ЭП и краснухи лиц составили 68,05% (95% ДИ 62,33–73,5%) и 76,58% (95% ДИ 71,34–81,44%) соответственно.

Обращает на себя внимание снижение скорости прироста доли серопозитивных лиц в группе 31 года – 35 лет (в случае ЭП – 31 года – 40 лет). Иммунными были только 63,26% (95% ДИ 60,84–65,66%), 88,69% (95% ДИ 87,05–90,22%) и 70,85% (95% ДИ 68,49–73,15%) соответственно.

Таблица. Распределение лиц с разным вакцинальным анамнезом (на основе опроса) в возрастных группах обследованных лиц
Table. Distribution of persons with different vaccination history (based on the survey) in the age groups of the examined persons

Возрастная группа, лет Age group, years	Вакцинальный статус (на основе опроса: привит – «+»; не привит – «–») Vaccination status (based on the survey: vaccinated – «+»; not vaccinated – «–«)	Корь Measles		Краснуха Rubella		Эпидемический паротит Mumps	
		абс. abs.	% (95% ДИ / CI)	абс. abs.	% (95% ДИ / CI)	абс. abs.	% (95% ДИ / CI)
0–1	–	15	39,47 (25,17–55,32)	17	44,74 (29,8–60,44)	19	50 (34,59–65,41%)
	+	23	60,53 (44,68–74,83)	21	55,26 (39,56–70,2)	19	50,00 (34,59–65,41)
2–5	–	68	33,01 (26,86–39,63)	78	37,86 (31,45–44,62)	77	38,89 (32,30–45,80)
	+	138	66,99 (60,37–73,14)	128	62,14 (55,38–68,55)	121	61,11 (54,20–67,70)
6–10	–	80	34,04 (28,21–40,27)	87	37,02 (31,04–43,32)	101	43,53 (37,27–49,96)
	+	155	65,96 (59,73–71,79)	148	62,98 (56,68–68,96)	131	56,47 (50,04–62,73)
11–15	–	69	41,82 (34,49–49,43)	78	47,27 (39,76–54,88)	88	54,66 (46,94–62,21)
	+	96	58,18 (50,57–65,51)	87	52,73 (45,12–60,24)	73	45,34 (37,79–53,06)
16–20	–	114	43,68 (37,76–49,74)	168	64,37 (58,42–69,99)	181	74,79 (69,05–79,95)
	+	147	56,32 (50,26–62,24)	93	35,63 (30,01–41,58)	61	25,21 (20,05–30,95)
21–25	–	367	44,00 (40,66–47,39)	496	59,47 (56,11–62,77)	600	76,24 (73,17–79,11)
	+	467	56,00 (52,61–59,34)	338	40,53 (37,23–43,89)	187	23,76 (20,89–26,83)
26–30	–	633	50,36 (47,60–53,12)	817	65,00 (62,33–67,60)	919	77,75 (75,31–80,05)
	+	624	49,64 (46,88–52,40)	440	35,00 (32,40–37,67)	263	22,25 (19,95–24,69)
31–35	–	773	54,47 (51,88–57,05)	946	66,67 (64,18–69,08)	1044	77,68 (75,39–79,84)
	+	646	45,53 (42,95–48,12)	473	33,33 (30,92–35,82)	300	22,32 (20,16–24,61)
36–40	–	506	53,89 (50,69–57,06)	659	70,18 (67,20–73,04)	705	79,30 (76,55–81,87)
	+	433	46,11 (42,94–49,31)	279	29,74 (26,88–32,73)	184	20,70 (18,13–23,45)
41–45	–	297	53,80 (49,63–57,93)	402	72,83 (69,00–76,41)	437	82,14 (78,72–85,22)
	+	255	46,20 (42,07–50,37)	150	27,17 (23,59–31,00)	95	17,86 (14,78–21,28)
46–50	–	154	50,33 (44,74–55,90)	228	74,51 (69,41–79,15)	241	81,97 (77,28–86,04)
	+	152	49,67 (44,10–55,26)	78	25,49 (20,85–30,59)	53	18,03 (13,96–22,72)
51–55	–	127	55,46 (48,99–61,79)	179	78,17 (72,48–83,14)	185	83,71 (78,42–88,13)
	+	102	44,54 (38,21–51,01)	50	21,83 (16,86–27,52)	36	16,29 (11,87–21,58)
56–60	–	111	58,73 (51,62–65,57)	147	77,78 (71,46–83,25)	150	82,87 (76,89–87,82)
	+	78	41,27 (34,43–48,38)	42	22,22 (16,75–28,54)	31	17,13 (12,18–23,11)
61–70	–	95	55,56 (48,07–62,86)	140	81,87 (75,59–87,09)	149	88,17 (82,66–92,38)
	+	76	44,44 (37,14–51,93)	31	18,13 (12,91–24,41)	20	11,83 (7,62–17,34)
71 и старше (71 and older)	–	18	64,29 (45,84–79,94)	25	89,29 (74,09–96,89)	25	89,29 (74,09–96,89)
	+	10	35,71 (20,06–54,16)	3	10,71 (3,11–25,91)	3	10,71 (3,11–25,91)
Итого Total	–	3427	50,18 (49,00–51,37)	4467	65,42 (64,29–66,54)	4921	75,73 (74,68–76,76)
	+	3402	49,82 (49,63–51,00)	2361	34,58 (33,46–35,71)	1577	24,27 (23,24–25,32)

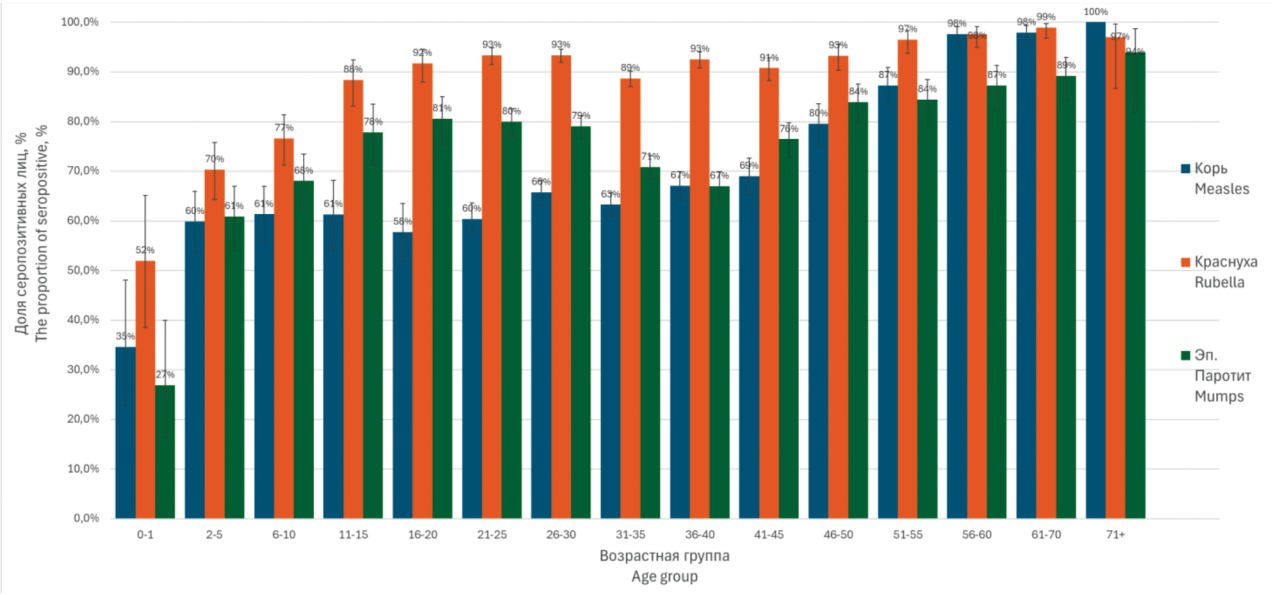

Рис. 5. Распределение серопозитивных лиц к вирусам кори, краснухи и ЭП среди разных возрастных групп, обследованных в 2019 г.

Fig. 5. Distribution of persons seropositive to measles, rubella, and mumps viruses among different age groups surveyed in 2019.

Среди обследованных в возрасте до 50 лет соотношение лиц, иммунных к трем исследуемым инфекциям, было одинаковым – наименьшая их доля выявлялась к кори, а наибольшая – к краснухе. Старше этого возраста ситуация стала несколько меняться – к кори и краснухе выявлена практически одинаковая доля иммунных лиц, приближающаяся к 100%, в то время как к ЭП она была меньше и достигла 90% только в самой старшей возрастной группе.

Обсуждение

Анализ эпидемиологической ситуации по кори, краснухе и ЭП в Москве с 2012 по 2023 г. позволил установить наличие разнонаправленных тенденций, несмотря на то что все указанные инфекции входят в единую унифицированную систему эпидемиологического надзора, а для их профилактики используют эффективные аттенуированные вакцины стабильного антигенного состава, вводимые детям в возрасте 12 мес и 6 лет. Кроме того, согласно данным официальной статистической отчетности, охват вакцинации в отношении трех инфекций составляет более 90% среди взрослых и 95% среди детей. Однако эпидемический процесс этих инфекций на сегодняшний день различен и объективно проявляется волнообразным ростом заболеваемости корью, стабилизацией регистрации случаев краснухи на спорадическом уровне и неустойчивой заболеваемостью ЭП с небольшой тенденцией к увеличению за последние 3 года[9]. Результаты серологических исследований распространенности специфических антител IgG в разных возрастных группах населения Москвы и Московской области среди лиц с разным прививочным и инфекционным анамнезом соответствовали возрастной структуре заболеваемости по каждой из трех исследуемых инфекций.

Нужно учесть, что вакцинальный и инфекционный анамнез, собранный со слов обследованных лиц, без документального подтверждения имеет ограниченную научную значимость и в старших возрастных группах может быть недостоверным в силу естественных причин. Тем не менее при обследовании детского населения и молодых взрослых его сбор является предпочтительным, т.к. сведения о встрече с возбудителем сохранены в современных электронных медицинских картах и прививочных сертификатах, доступных для ознакомления лиц, участвовавших в исследовании. Важно, что до 40% обследованных детей не были вакцинированы, со слов их законных представителей, что может во многом объяснять выявленные значительные доли неиммунных лиц среди них и свидетельствует о высоком распространении антипрививочных настроений среди населения [2, 5, 6]. При обследовании детского населения, вакцинация которого является значимым вопросом для их законных представителей, заполнивших анкету нашего исследования, показано, что анамнестические сведения имеют наибольшую достоверность (подтверждаются серологически) и косвенно могут быть использованы для оценки охвата вакцинацией. С учетом того, что сроки введения вакцины для профилактики всех трех изучаемых инфекций одинаковы, а также разработаны и доступны к применению комбинированные препараты, то отличия в долевом распределении иммунных к возбудителям лиц могут быть объяснены разной иммунологической эффективностью соответствующих вакцин. В возрастных группах старше 56 лет вакцинальный анамнез не имел высокой ценности для проводимого исследования, т.к. коллективный иммунитет в них определяется перенесением инфекции в детстве, когда распространенность кори, краснухи и ЭП была многократно выше современной,

а массовая вакцинация не проводилась. Кроме того, серологические данные в указанной возрастной группе иллюстрируют, что сохранность антител IgG после перенесенной кори и краснухи практически не различается и близится к 100%.

Показано, что сформировавшийся высокий уровень популяционного иммунитета к вирусу краснухи на сегодняшний день препятствует распространению инфекции среди населения. Эти данные согласуются с полученными нами ранее результатами по оценке иммунологической восприимчивости населения мегаполиса [7]. При этом следует отметить, что вклад вакцинации в формирование популяционного иммунитета ограничивается детским населением, в то время как взрослые родились до начала массового применения вакцины и являются иммунными вследствие перенесенной инфекции.

В отношении ЭП эпидемическая ситуация относительно благополучная, однако сформированный уровень популяционного иммунитета не позволяет свести заболеваемость до стабильного спорадического уровня. Установлено, что среди детского населения до 16 лет доля иммунных лиц в 2019 г. была меньше 80%, очевидно это способствует накоплению неиммунных лиц в популяции и грозит при сохранении такой тенденции проявиться дальнейшим ростом заболеваемости. Это подтверждают и данные эпидемиологического анализа о небольшом росте заболеваемости в 2021–2023 гг. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения профилактических мероприятий по вакцинации не охваченного ранее населения.

Наблюдаемый тренд роста заболеваемости корью в последнее десятилетие может быть объяснен накоплением неиммунных лиц среди молодого и детского населения, что убедительно показано по результатам проведенного исследования. Неблагоприятная тенденция по увеличению доли серонегативных лиц среди разных групп населения показана многими авторами, проводившими скрининг распространенности специфических антител IgG в России и Европе [3, 20–23]. Полученные данные серологического исследования о наличии значительной доли неиммунных лиц среди детей и молодых взрослых в 2019 г. свидетельствуют о высоком риске роста заболеваемости в перспективе. Так, среди обследованных детей доля серопозитивных была максимальной в группах 6–10 и 11–15 лет и составила только 61,3%. Этот риск реализовался по завершении пандемии COVID-19 в 2023 г., когда в Москве показатели заболеваемости корью как среди детского (54,9 на 100 тыс. населения), так и взрослого населения (9,5 на 100 тыс. населения) превысили значения 2019 г. (25,9 и 11,1 на 100 тыс. населения соответственно) и стали максимальными за период исследования с 2012 по 2023 г. При этом риск заболеть корью у детей был выше, чем у взрослых, в 5,5 раза.

Аналогичные тревожные данные подтверждаются и зарубежными специалистами, отмечающими медленные темпы восстановления охвата плановыми прививками против кори, краснухи и других вакциноуправляемых инфекций в результате пандемии COVID-19. По мнению ВОЗ и ЮНИСЕФ, заболеваемость в Европейском регионе продолжает расти и число случаев кори, зарегистрированных в 2024 г., вскоре превысит общий показатель за весь 2023 г.[11,12]

Заключение

По результатам проведенной работы убедительно продемонстрирована значимость серологических исследований для определения рисков распространения инфекционных заболеваний среди населения. Показано, что уровень популяционного иммунитета, сформировавшийся в отношении краснухи (90,65% (95% ДИ 89,98–91,3%)), позволяет практически прекратить распространение этой инфекции. В отношении ЭП иммунными были 75,25% (95% ДИ 74,24–76,24%) обследованных лиц, что, по всей видимости, стало условием наблюдаемого снижения заболеваемости, на территории Москвы. Тем не менее существует риск накопления доли неиммунных лиц в будущем, что чревато ростом регистрации случаев заболевания. Современная неблагоприятная эпидемиологическая ситуация по кори во многом определяется наличием когорт неиммунных лиц среди детей и молодых взрослых (доля иммунных составила порядка 60%), что проявляется максимальными показателями заболеваемости этих групп среди всего населения. Сформированный на сегодняшний день уровень популяционного иммунитета не позволяет предотвратить волнообразное нарастание заболеваемости, регистрируемое в последние годы.

Ввиду наличия активных миграционных процессов в мегаполисе, а также возникших во время пандемии COVID-19 сложностей с достижением целевых уровней охвата вакцинацией, необходимой является коррекция тактики вакцинопрофилактики и проведения мер по подчищающей и догоняющей иммунизации населения в отношении кори и ЭП, особенно в возрастных группах риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таточенко В.К., Озерецковский Н.А. Иммунопрофилактика 2020 (Справочник). *Эпидемиология и вакцинопрофилактика.* 2020; 19(6): 100. https://elibrary.ru/uhbxbs
2. Семененко Т.А., Сметанина С.В., Колобухина Л.В., Кареткина Г.Н., Ноздрачева А.В., Кружкова И.С. *Корь: эпидемиологические особенности в период элиминации, современные возможности профилактики, диагностики и лечения. Значение серологического исследования популяционного иммунитета населения. Методические рекомендации №74.* М.; 2020.
3. Цвиркун О.В., Тихонова Н.Т., Тураева Н.В., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Герасимова А.Г. Характеристика популяцион-

[11]UNICEF. Measles cases across Europe continue to surge, putting millions of children at risk; 2024. Доступно по: https://unicef.org/press-releases/measles-cases-across-europe-continue-surge-putting-millions-children-risk

[12]WHO. Rapid response to measles outbreak is critical, as cases this year predicted to soon exceed total number reported in 2023; 2024. Доступно по: https://who.int/europe/news/item/28-05-2024-joint-press-release-from-who-and-unicef--measles-cases-across-europe-continue-to-surge--putting-millions-of-children-at-risk

ного иммунитета к кори в Российской Федерации. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика.* 2020; 19(4): 6–13. https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-4-6-13 https://elibrary.ru/phmiue
4. Семененко Т.А., Ноздрачева А.В. Анализ и перспективы развития эпидемической ситуации по кори в условиях пандемии COVID-19. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика.* 2021; 20(5): 21–31. https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-5-21-31 https://elibrary.ru/jjvvwf
5. Чернова Т.М., Тимченко В.Н., Мыскина Н.А., Лапина М.А., Орехова А.Е., Канина А.Д. Причины нарушения графика вакцинации детей раннего возраста. *Педиатр*. 2019; 10(3): 31–6. https://doi.org/10.17816/PED10331-36 https://elibrary.ru/facwbw
6. Моисеева К.Е., Алексеева А.В. Основные причины отказов от вакцинации. *Социальные аспекты здоровья населения.* 2019; 65(5): 9. https://doi.org/10.21045/2071-5021-2019-65-5-9 https://elibrary.ru/aywtkt
7. Ноздрачева А.В., Семененко Т.А., Асатрян М.Н., Шмыр И.С., Ершов И.Ф., Соловьев Д.В. и др. Иммунологическая восприимчивость населения мегаполиса к кори на этапе ее элиминации. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика.* 2019; 18(2): 18–26. https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-2-18-26
8. Семененко Т.А., Акимкин В.Г. Сероэпидемиологические исследования в системе надзора за вакциноуправляемыми инфекциями. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии.* 2018; 95(2): 87–94. https://doi.org/10.36233/0372-9311-2018-2-87-94 https://elibrary.ru/yxuagt
9. Семененко Т.А. Эпидемиологические аспекты неспецифической профилактики инфекционных заболеваний. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2001; 56(11): 25–9.
10. Акимкин В.Г., Семененко Т.А., Углева С.В., Дубоделов Д.В., Кузин С.Н., Яцышина С.Б. и др. COVID-19 в России: эпидемиология и молекулярно-генетический мониторинг. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2022; 77(4): 254–60. https://doi.org/10.15690/vramn2121 https://elibrary.ru/dozijs
11. Брико Н.И., Каграманян И.Н., Никифоров В.В., Суранова Т.Г., Чернявская О.П., Полежаева Н.А. Пандемия COVID-19. Меры борьбы с ее распространением в Российской Федерации. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика.* 2020; 19(2): 4–12. https://doi:10.31631/2073-3046-2020-19-2-4-12 https://elibrary.ru/ruwkxq
12. Поздняков А.А., Чернявская О.П. Проявления эпидемического процесса кори и краснухи на современном этапе. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика.* 2018; 17(5): 45–53. https://doi.org/10.31631/2073-3046-2018-17-5-45-53 https://elibrary.ru/vouvre
13. Ноздрачева А.В., Асатрян М.Н., Рыбак Л.А., Волошкин А.А., Семененко А.В. Совершенствование информационного обеспечения расследования случаев кори с применением новых программных средств. *Санитарный врач.* 2022; (5): 316–25. https://doi.org/10.33920/med-08-2205-01 https://elibrary.ru/mjqfsh
14. Семененко Т.А. Иммунный ответ при вакцинации против гепатита В у лиц с иммунодефицитными состояниями. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика.* 2011; (1): 51–8. https://elibrary.ru/ndihiz
15. Жукова Э.В., Мирская М.А., Готвянская Т.П., Каира А.Н., Семененко А.В., Ноздравчева А.В. и др. К вопросу о безопасности отечественных вакцин против новой коронавирусной инфекции у медицинских работников. *Санитарный врач.* 2024; (2): 92–104. https://doi.org/10.33920/med-08-2402-01 https://elibrary.ru/isrlfo
16. Семененко Т.А. Роль банка сывороток крови в системе биологической безопасности страны. *Вестник Росздравнадзора.* 2010; (3): 55–8. https://elibrary.ru/muutej
17. Гущин В.А., Мануйлов В.А., Мазунина Е.П., Клейменов Д.А., Семененко Т.А., Гинцбург А.Л. и др. Иммунологическая память как основа рациональной вакцинопрофилактики населения. Обоснование создания системы сероэпидемиологического мониторинга в России. *Вестник Российского государственного медицинского университета.* 2017; (5): 5–28. https://elibrary.ru/zvzdpz
18. Семененко Т.А., Ананьина Ю.В., Боев Б.В., Гинцбург А.Л. Банки биологических ресурсов в системе фундаментальных эпидемиологических и клинических исследований. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2011; 66(10): 5–9. https://elibrary.ru/oghqpb
19. Anisimov S.V., Meshkov A.N., Glotov A.S., Borisova A.L., Balanovsky O.P., Belyaev V.E., et al. National association of biobanks and biobanking specialists: new community for promoting biobanking ideas and projects in Russia. *Biopreserv. Biobank.* 2021; 19(1): 73–82. https://doi.org/10.1089/bio.2020.0049
20. Ноздрачева А.В., Семененко Т.А. Состояние популяционного иммунитета к кори в России: систематический обзор и метаанализ эпидемиологических исследований. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии.* 2020; 97(5): 445–57. https://doi.org/10.36233/0372-9311-2020-97-5-7 https://elibrary.ru/cquubm
21. Böröcz K., Samardžić S., Drenjančević I., Markovics Á., Berki T., Németh P. Dynamic features of herd immunity: similarities in age-specific anti-measles seroprevalence data between two countries of different epidemiological history. *J. Clin. Med.* 2022; 11(4): 1145. https://doi.org/10.3390/jcm11041145
22. Plans-Rubió P. Low percentages of measles vaccination coverage with two doses of vaccine and low herd immunity levels explain measles incidence and persistence of measles in the European Union in 2017–2018. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 2019; 38(9): 1719–29. https://doi.org/10.1007/s10096-019-03604-0
23. Семененко Т.А., Ноздрачева А.В., Асатрян М.Н., Акимкин В.Г., Тутельян А.В., Шмыр И.С. и др. Комплексный анализ влияния вакцинации на формирование популяционного иммунитета к кори среди населения мегаполиса. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2019; 74(5): 351–60. https://doi.org/10.15690/vramn1170 https://elibrary.ru/wwtsug

REFERENCES

1. Tatochenko V.K., Ozeretskovsky N.A. *Immunoprophylaxis 2020 (Reference Book). Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika.* 2020; 19(6): 100. https://elibrary.ru/uhbxbs (in Russian)
2. Semenenko T.A., Smetanina S.V., Kolobukhina L.V., Karetkina G.N., Nozdracheva A.V., Kruzhkova I.S., et al. Measles: epidemiological features during the elimination period, modern possibilities of prevention, diagnosis and treatment. the importance of a serological study of the population immunity of the population. Methodological recommendations No. 74. Moscow; 2020. (in Russian)
3. Tsvirkun O.V., Tikhonova N.T., Turaeva N.V., Ezhlova E.B., Melnikova A.A., Gerasimova A.G., et al. Population immunity and structure of measles cases in the Russian Federation. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika.* 2020; 19(4): 6–13. https://doi.org/10.31631/2073-3046-2020-19-4-6-13 https://elibrary.ru/phmiue (in Russian)
4. Semenenko T.A., Nozdracheva A.V. Analysis and outlook for the development of measles epidemic situation during the COVID-19 pandemic. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*. 2021; 20(5): 21–31. https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-5-21-31 https://elibrary.ru/jjvvwf (in Russian)
5. Chernova T.M., Timchenko V.N., Myskina N.A., Lapina M.A., Orekhova A.E., Kanina A.D. Causes of violation of vaccination schedule in young children. *Pediatr.* 2019; 10(3): 31–6. https://doi.org/10.17816/PED10331-36 https://elibrary.ru/facwbw (in Russian)
6. Moiseeva K.E., Alekseeva A.V. Main reasons for vaccination refusals. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya.* 2019; 65(5): 9. https://doi.org/10.21045/2071-5021-2019-65-5-9 https://elibrary.ru/aywtkt (in Russian)
7. Nozdracheva A.V., Asatryan M.N., Asatryan M.N., Shmyr I.S., Ershov I.F., Solov'ev D.V., et al. Immunological susceptibility of metropolis population to measles in its elimination stage. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*. 2019; 18(2): 18–26. https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-2-18-26 (in Russian)
8. Semenenko T.A., Akimkin V.G. Seroepidemiology in the surveillance of vaccine-preventable diseases. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology.* 2018; 95(2): 87–94. https://doi.org/10.36233/0372-9311-2018-2-87-94 https://elibrary.ru/yxuagt (in Russian)
9. Semenenko T.A. Epidemiological aspects of non-specific prevention of infectious diseases. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk.* 2001; 56(11): 25–9. (in Russian)
10. Akimkin V.G., Semenenko T.A., Ugleva S.V., Dubodelov D.V., Kuzin S.N., Yatsyshina S.B., et al. COVID-19 in Russia: epidemiology and molecular genetic monitoring. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk.* 2022; 77(4): 254–60. https://doi.org/10.15690/vramn2121 https://elibrary.ru/dozijs (in Russian)

11. Briko N.I., Kagramanyan I.N., Nikiforov V.V., Suranova T.G., Chernyavskaya O.P., Polezhaeva N.A. COVID-19. Prevention measures in the Russian Federation. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*. 2020; 19(2): 4–12. https://doi:10.31631/2073-3046-2020-19-2-4-12 https://elibrary.ru/ruwkxq (in Russian)
12. Pozdnyakov A.A., Chernyavskaya O.P. Manifestations of the epidemic process of measles and Rubella at the present stage. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*. 2018; 17(5): 45–53. https://doi.org/10.31631/2073-3046-2018-17-5-45-53 https://elibrary.ru/vouvre (in Russian)
13. Nozdracheva A.V., Asatryan M.N., Rybak L.A., Voloshkin A.A., Semenenko A.V. Improvement of epidemiological diagnosis in the system of epidemiological surveillance of current infections by creating a database of the results of foci investigation. *Sanitarnyi vrach.* 2022; (5): 316–25. https://doi.org/10.33920/med-08-2205-01 https://elibrary.ru/mjqfsh (in Russian)
14. Semenenko T.A. Immune response after vaccination against hepatitis B in patients with immunodeficiency. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*. 2011; (1): 51–8. https://elibrary.ru/ndihiz (in Russian)
15. Zhukova E.V., Mirskaya M.A., Gotvyanskaya T.P., Kaira A.N., Semenenko A.V., Nozdracheva A.V., et al. On the issue of the safety of domestic vaccines against new coronavirus infection in medical workers. *Sanitarnyi vrach.* 2024; (2): 92–104. https://doi.org/10.33920/med-08-2402-01 https://elibrary.ru/isrlfo (in Russian)
16. Semenenko T.A. The role of the blood serum bank in the biological safety system of the country. *Vestnik Roszdravnadzora.* 2010; (3): 55–8. https://elibrary.ru/muutej (in Russian)
17. Gushchin V.A., Manuilov V.A., Mazunina E.P., Kleymenov D.A., Semenenko T.A., Gintsburg A.L., et al. Immunological memory as a basis for a wise vaccination strategy. A rationale for introducing a comprehensive seroepidemiological surveillance system in Russia. *Bulletin of Russian State Medical University.* 2017; (5): 5–25. https://doi.org/10.24075/brsmu.2017-05-01 https://elibrary.ru/zwrdtx
18. Semenenko T.A., Ananyina Yu.V., Boev B.V., Ginzburg A.L. Banks of biological resources in the system of fundamental epidemiological and clinical research. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk.* 2011; 66(10): 5–9. https://elibrary.ru/oghqpb (in Russian)
19. Anisimov S.V., Meshkov A.N., Glotov A.S., Borisova A.L., Balanovsky O.P., Belyaev V.E., et al. National association of biobanks and biobanking specialists: new community for promoting biobanking ideas and projects in Russia. *Biopreserv. Biobank.* 2021; 19(1): 73–82. https://doi.org/10.1089/bio.2020.0049
20. Nozdracheva A.V., Semenenko T.A. The status of herd immunity to measles in Russia: A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii.* 2020; 97(5): 445–57. https://doi.org/10.36233/0372-9311-2020-97-5-7 https://elibrary.ru/cquubm (in Russian)
21. Böröcz K., Samardžić S., Drenjančević I., Markovics Á., Berki T., Németh P. Dynamic features of herd immunity: similarities in age-specific anti-measles seroprevalence data between two countries of different epidemiological history. *J. Clin. Med.* 2022; 11(4): 1145. https://doi.org/10.3390/jcm11041145
22. Plans-Rubió P. Low percentages of measles vaccination coverage with two doses of vaccine and low herd immunity levels explain measles incidence and persistence of measles in the European Union in 2017–2018. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 2019; 38(9): 1719–29. https://doi.org/10.1007/s10096-019-03604-0
23. Semenenko T.A., Nozdracheva A.V., Asatryan M.N., Akimkin V.G., Tutelyan A.V., Shmyr I.S., et al. Multivariate analysis of the megacity population immunity to measles. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk.* 2019; 74(5): 351–60. https://doi.org/10.15690/vramn1170 https://elibrary.ru/wwtsug (in Russian)

Информация об авторах:

Симакова Яна Владимировна – научный сотрудник ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва, Россия. E-mail: y.v.simakova@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0002-5033-6931

Гущин Владимир Алексеевич✉ – д-р биол. наук, доцент, заведующий отделом ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва, заведующий кафедрой медицинской генетики ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, старший научный сотрудник кафедры вирусологии Биологического факультета ФГАОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия. E-mail: wowaniada@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0002-9397-3762

Семененко Татьяна Анатольевна – д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва, Россия. E-mail: semenenko@gamaleya.org; https://orcid.org/0000-0002-6686-9011

Огаркова Дарья Алексеевна – младший научный сотрудник ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва, Россия. E-mail: DashaDv1993@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-1152-4120

Клейменов Денис Александрович – канд. биол. наук, заведующий лабораторией ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва, Россия. E-mail: mne10000let@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0001-9422-7238

Ноздрачева Анна Валерьевна – канд. мед. наук, заведующая лабораторией ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва, Россия. E-mail: nozdrachevaav@gamaleya.org; https://orcid.org/0000-0002-8521-1741

Мануйлов Виктор Александрович – канд. биол. наук, старший научный сотрудник факультета естественных наук Новосибирского государственного университета, Новосибирск, Россия. E-mail: victormanuilov@yandex.com; https://orcid.org/0000-0002-2296-6151

Ткачук Артем Петрович – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных болезней» Минздрава России, Москва, Россия. E-mail: artem.p.tkachuk@gmail.com; https://orcid.org/0000-0003-3262-4873

Гинцбург Александр Леонидович – д-р биол. наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва, заведующий кафедрой инфектологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия. E-mail: gintsburg@gamaleya.org; https://orcid.org/0000-0003-1769-5059

Участие авторов: Гущин В.А., Семененко Т.А., Клейменов Д.А., Ноздрачева А.В., Мануйлов В.А., Ткачук А.П., Гинцбург – дизайн исследования; руководство группой разработчиков; участие в написании и редактировании рукописи; Симакова Я.В., Огаркова Д.А. – сбор, анализ, интерпретация и статистическая обработка данных; оформление таблиц и рисунков; написание отдельных глав статьи. Каждый автор внес существенный вклад в подготовку статьи, прочел и одобрил финальную версию до публикации.

Поступила 25.11.2024
Принята в печать 20.01.2025
Опубликована 30.04.2025

Information about the authors:

Yana V. Simakova – Researcher N.F. Gamalei Scientific Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation), Moscow, Russia. E-mail: y.v.simakova@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0002-5033-6931

Vladimir A. Gushchin✉ – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Leading researcher, Head of the Department, N.F. Gamalei Scientific Research Institute of the Ministry of Health of the Russian Federation, Head of the Department of Medical Genetics, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Senior Researcher at the Department of Virology, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. E-mail: wowaniada@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0002-9397-3762

Tatiana A. Semenenko – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher, N.F. Gamalei Scientific Research Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. E-mail: semenenko@gamaleya.org; https://orcid.org/0000-0002-6686-9011

Daria A. Ogarkova – Junior Researcher, N.F. Gamalei Scientific Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. E-mail: DashaDv1993@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-1152-4120

Denis A. Kleymenov – PhD, Head of the Laboratory, N.F. Gamalei Scientific Research Institute of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. E-mail: mne10000let@yandex.ru; https://orcid.org/0000-0001-9422-7238

Anna V. Nozdracheva – Ph.D., Head of the Laboratory, N.F. Gamalei Scientific Research Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. E-mail: nozdrachevaav@gamaleya.org; https://orcid.org/0000-0002-8521-1741

Victor A. Manuylov – PhD, Senior Researcher, Faculty of Natural Sciences, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia. E-mail: victormanuilov@yandex.com; https://orcid.org/0000-0002-2296-6151

Artem P. Tkachuk – PhD, Leading Researcher, National Medical Research Center of Phthisiopulmonology and Infectious Diseases of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. E-mail: artem.p.tkachuk@gmail.com; https://orcid.org/0000-0003-3262-4873

Alexander L. Gintsburg – Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the N.F. Gamalei National Research Medical Center, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Head of the Department of Infectology, Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia. E-mail: gintsburg@gamaleya.org; https://orcid.org/0000-0003-1769-5059

Contribution: Gushchin V.A., Semenenko T.A., Kleymenov D.A., Nozdracheva A.V., Manuylov V. A., Tkachuk A.P., Gintsburg A.L. – design of the study; management of scientific groups; preparation and editing of the article; Simakova Ya.V., Ogarkova D.A. – data collection, analysis, interpretation and statistical treatment of the data; design of tables and figures; writing the article. Each author made a substantial contribution to the preparation of the article, read and approved the final version prior to publication.

Received 25 November 2024
Accepted 20 January 2025
Published 30 April 2025