

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оригинальное исследование
<https://doi.org/10.36233/0372-9311-679>



Характеристика возбудителей сальмонеллёзов, циркулирующих в Приморском крае до и во время пандемии COVID-19

Показеева Ю.Н.^{1,2}, Семейкина Л.М.³, Яковлев А.А.^{1,2}, Тимченко Н.Ф.¹, Макаренкова И.Д.¹, Щелканов М.Ю.^{1,4}

¹Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова, Владивосток, Россия;

²Тихоокеанский медицинский университет, Владивосток, Россия;

³Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае, Владивосток, Россия;

⁴Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

Аннотация

Введение. Сальмонеллёзы, для которых характерны острые вспышки заболеваемости, являются актуальной проблемой для здравоохранения.

Цель исследования: оценить влияние пандемии COVID-19 на эпидемиологические закономерности и молекулярно-биологические характеристики сальмонеллёзных инфекций в Приморском крае за 2019–2023 гг.

Материалы и методы. Проведён ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости населения Приморского края сальмонеллёзами в период пандемии COVID-19. Методами щелочного лизиса и серологического типирования установлены плазмидная характеристика штаммов нетифоидных *Salmonella* и их серотип.

Результаты. Во время пандемии COVID-19 как в России, так и в Приморском крае регистрация сальмонеллёзов была значительно ниже, чем в допандемический период, а сезонность сальмонеллёзов сдвинулась на осенние месяцы. Выявлена обратная связь средней силы между данными помесечной заболеваемости сальмонеллёзами и COVID-19. Особых изменений в плазмидном спектре и в доле регистрации по серогруппам и серотипам *Salmonella* не наблюдалось. Показано, что сальмонеллёзные инфекции в Приморском крае в основном вызваны штаммами *S. enteritidis* с плазмидной характеристикой 38 МДа, 38:1,4 МДа, 38:2,3 МДа, 38:4,4 МДа, выявлялись также редкие варианты плазмидных типов. Влияние пандемии COVID-19 на появление новых плазмидных типов не установлено.

Заключение. Представленные результаты исследования об эпидемиологической и молекулярно-биологической характеристике *Salmonella*, циркулирующей в Приморском крае в период пандемии COVID-19, открывают перспективы для понимания эколого-эпидемиологических закономерностей развития эпидемического процесса сальмонеллёзов.

Ключевые слова: сальмонеллёз, *Salmonella*, серогруппа, серотип, плазмидный тип, пандемия COVID-19, вирус SARS-CoV-2

Этическое утверждение. Исследование проводилось при добровольном информированном согласии пациентов. Протокол исследования одобрен Этическим комитетом НИИЭМ им. Г.П. Сомова (протокол № 3 от 03.02.2022).

Источник финансирования. Исследование выполнено по Государственному заданию по теме «Мониторинг сальмонеллезной инфекции на Дальнем Востоке» (№ 123030600019-1).

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Показеева Ю.Н., Семейкина Л.М., Яковлев А.А., Тимченко Н.Ф., Макаренкова И.Д., Щелканов М.Ю. Характеристика возбудителей сальмонеллёзов, циркулирующих в Приморском крае до и во время пандемии COVID-19. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2025;102(4):404–412.
DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-679>

EDN: <https://www.elibrary.ru/UUUUAQF>

Characteristics of salmonellosis pathogens circulating in Primorsky Krai before and during the COVID-19 pandemic

Yulia N. Pokazeeva^{1,2✉}, Lyubov M. Semeykina³, Anatoly A. Yakovlev^{1,2}, Nelli F. Timchenko¹, Ilona D. Makarenkova¹, Mikhail Yu. Shchelkanov^{1,4}

¹Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Vladivostok, Russia;

²Pacific Medical University, Vladivostok, Russia;

³Center for Hygiene and Epidemiology in Primorsky territory, Vladivostok, Russia;

⁴Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Abstract

Introduction. To date, among intestinal infections, salmonellosis is a pressing health problem worldwide, including in the Russian Federation, causing acute infectious outbreaks of disease.

Objective of the study: to assess the impact of the COVID-19 pandemic on the epidemiological patterns and molecular biological characteristics of salmonella infection in Primorsky Krai for 2019–2023.

Materials and methods. A retrospective epidemiological analysis of salmonellosis incidence during the COVID-19 pandemic in the population of Primorsky Krai was conducted. Plasmid characteristics of non-typhoidal *Salmonella* strains and their serotype were established using alkaline lysis and serological typing methods.

Results. During the COVID-19 pandemic, both in the Russian Federation and in Primorsky Krai, the registration of salmonellosis was significantly lower than in the pre-pandemic period, and the seasonality of salmonellosis shifted to the autumn months. An inverse relationship of medium strength was revealed between the monthly incidence of salmonellosis and COVID-19. No significant changes in the plasmid spectrum and in the proportion of registration by serogroups and serotypes of *Salmonella* were observed. It was shown that salmonellosis infection in Primorsky Krai is mainly caused by *S. enteritidis* strains with a plasmid characteristic of 38 MDa, 38:1.4 MDa, 38:2.3 MDa, 38:4.4 MDa, rare variants of plasmid types were also detected, the influence of the COVID-19 pandemic on the emergence of new plasmid types has not been established.

Conclusion. The presented results of the study on the molecular biological characteristics of *Salmonella* circulating in Primorsky Krai during the COVID-19 pandemic will open up prospects for understanding the ecological and epidemiological patterns of the development of the epidemic process of salmonella infection.

Keywords: salmonellosis, *Salmonella*, serogroup, serotype, plasmid type, COVID-19 pandemic, SARS-CoV-2 virus

Ethical approval. The study was conducted with the informed consent of patients. The research protocol was approved by the Ethics Committee of the Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology of Rospotrebnadzor (protocol No. 3 February 03.2022).

Funding source. The study was carried out under the State Assignment on the topic "Monitoring for Salmonella Infection in the Far East" (No. 123030600019-1)

Conflict of interest. The authors confirm the absence of a conflict of interest related to the publication of this article.

For citation: Pokazeeva Yu.N., Semeykina L.M., Yakovlev A.A., Timchenko N.F., Makarenkova I.D., Shchelkanov M.Yu. Characteristics of salmonellosis pathogens circulating in Primorsky Krai before and during the COVID-19 pandemic *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology*. 2025;102(4):404–412.

DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-679>

EDN: <https://www.elibrary.ru/UUUAQF>

Введение

Сальмонеллёзы вызываются различными серотипами бактерий рода *Salmonella*, относятся к полиэтиологическим инфекционным заболеваниям у людей и животных и являются огромной проблемой для общественного здравоохранения во всём мире, способствуя увеличению экономического бремени. В зависимости от состояния здоровья организма хозяина и серотипа *Salmonella*, устойчивости бактерий к противомикробным препаратам, на 11–20 млн случаев сальмонеллёза в мире ежегодно регистрируется до 161 000 смертельных исходов [1].

В современный период сальмонеллёзы являются одной из наиболее распространённых бактериальных кишечных инфекций с тенденцией к увеличению вспышек заболеваемости. По данным официальной статистики, в последние годы в России средний показатель заболеваемости в 2021 г. находился на уровне 13,61 на 100 тыс. населения¹, в 2022 г. — 17,1, в 2023 г. — 21,45, при этом в ряде

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2023 году: Государственный доклад. М.; 2024. 368 с.

территориальных округов он превышает средний показатель по стране.

В Приморском крае на протяжении последнего десятилетия на фоне существенного изменения этиологической структуры инфекций кишечной группы в сторону увеличения доли ротавирусной и норовирусной инфекций и снижения удельного веса таких заболеваний, как вирусные гепатиты А и Е и шигеллёзы, удельный вес сальмонеллёзов практически не изменился и колеблется в пределах 10% [2].

В 2020 г. возникла чрезвычайная ситуация в связи с развитием пандемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19), вызванной вирусом SARS-CoV-2, что существенно повлияло на заболеваемость другими инфекционными заболеваниями с различными механизмами передачи [3–9]. В литературе в основном представлены исследования, показывающие влияние COVID-19 на острые респираторные вирусные инфекции. Встречаются лишь отдельные публикации, в которых рассматривается влияние пандемии COVID-19 на эпидемиологические закономерности и микробиологические характеристики инфекций, относящихся к кишечной группе [4], при этом практически отсутствуют данные о его влиянии на эпидемиологические закономерности развития сальмонеллёзов в России.

Цель исследования — оценить влияние пандемии COVID-19 на эпидемиологические закономерности и молекулярно-биологические характеристики нетифоидных сальмонеллёзов в Приморском крае за 2019–2023 гг.

Материалы и методы

Ретроспективный эпидемиологический анализ заболеваемости сальмонеллёзами и COVID-19 населения Приморского края проводили на основе

данных федерального государственного статистического наблюдения по Приморскому краю — «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» (форма № 2) за 2009–2023 гг.

Спектр плазмидных типов в штаммах сальмонелл определяли методом щелочного лизиса [10]. Известные плазмидные типы RP4 (38 МДа), pBR322 (2,9 МДа), pVM82 (82 МДа) использовали как стандарты молекулярной массы.

При выполнении метода серологического типирования использовали диагностические сальмонеллёзные адсорбированные сухие сыворотки для реакции агглютинации («Петсал») в соответствии с антигенной схемой Кауфмана–Уайта [11].

Статистическую обработку данных проводили с использованием программ «Microsoft Excel 2010» и «Statistica v. 10». Величину критического уровня значимости p при проверке статистических гипотез принимали равной 0,05.

Результаты

Период с 2009 по 2012 г. в Приморском крае характеризовался ростом заболеваемости сальмонеллёзами, максимум был зарегистрирован в 2012 г. и составил 71,8 на 100 тыс. населения. В последующие годы наметилась тенденция к снижению заболеваемости, и к 2022 г. её уровень снизился до 13,3 на 100 тыс. населения (темп прироста составил –4,2), тогда как в России заболеваемость сальмонеллёзами была более стабильной (темп прироста составил –3,4). При этом показатели заболеваемости в Приморском крае превышали данные по стране в 2009–2019 гг., а начиная с 2020 г. практически сравнялись (**рис. 1**). В 2023 г. отмечен рост заболеваемости как в Приморском крае, так и в России в целом (до 21,6 на 100 тыс. населения).

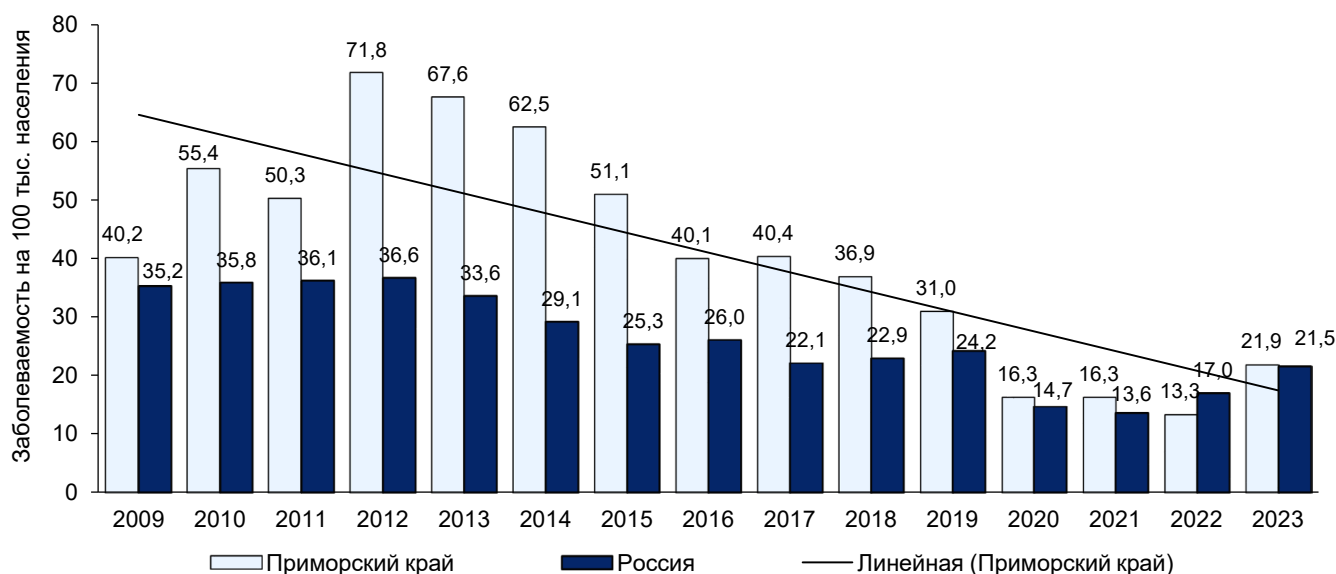


Рис. 1. Динамика заболеваемости сальмонеллёзом в Приморском крае и Российской Федерации в 2009–2023 гг.

До и во время пандемии COVID-19 на территории Приморского края самая низкая заболеваемость сальмонеллёзными инфекциями зафиксирована в муниципальных округах, Тернейском, Кавалеровском, Лазовском, Ольгинском, Партизанском районах и Фокино (рис. 2). Следует отметить, что в разгар пандемии на этих территориях штаммы *S. enterica* не были изолированы.

Высокий уровень сальмонеллёзов как до, так и во время пандемии COVID-19 регистрировался в городах Владивосток, Уссурийск, Спасск-Дальний, в Хорольском и Хасанском районах. Период максимального подъёма заболеваемости пришелся на 2019 г., а в 2023 г. зафиксировано постепенное её восстановление до обычного уровня.

В помесечной динамике (рис. 3) заболеваемость сальмонеллёзами до и во время пандемии

COVID-19 с 2018 по 2019 г. регистрировались преимущественно в летне-осенний период (июнь–октябрь). В разгар пандемии COVID-19, начиная с 2020 г., сезонность сдвинулась на осенние месяцы (сентябрь–октябрь). В 2021 г. максимальные подъёмы заболеваемости сальмонеллёзами пришлось на май и июнь, август и сентябрь, а также ноябрь. В 2023 г. уровень заболеваемости сальмонеллёзами на территории Приморского края стал восстанавливаться, а его сезонность наблюдалась в летне-осенний период (июнь–октябрь). Близкие результаты приводят и другие авторы [4].

Интересные данные были получены при сопряжённом анализе помесечной заболеваемости COVID-19 в одни и те же годы. Так, в динамике заболеваемости COVID-19 и сальмонеллёзами за 2021–2022 гг. (рис. 4) можно выделить четыре пе-

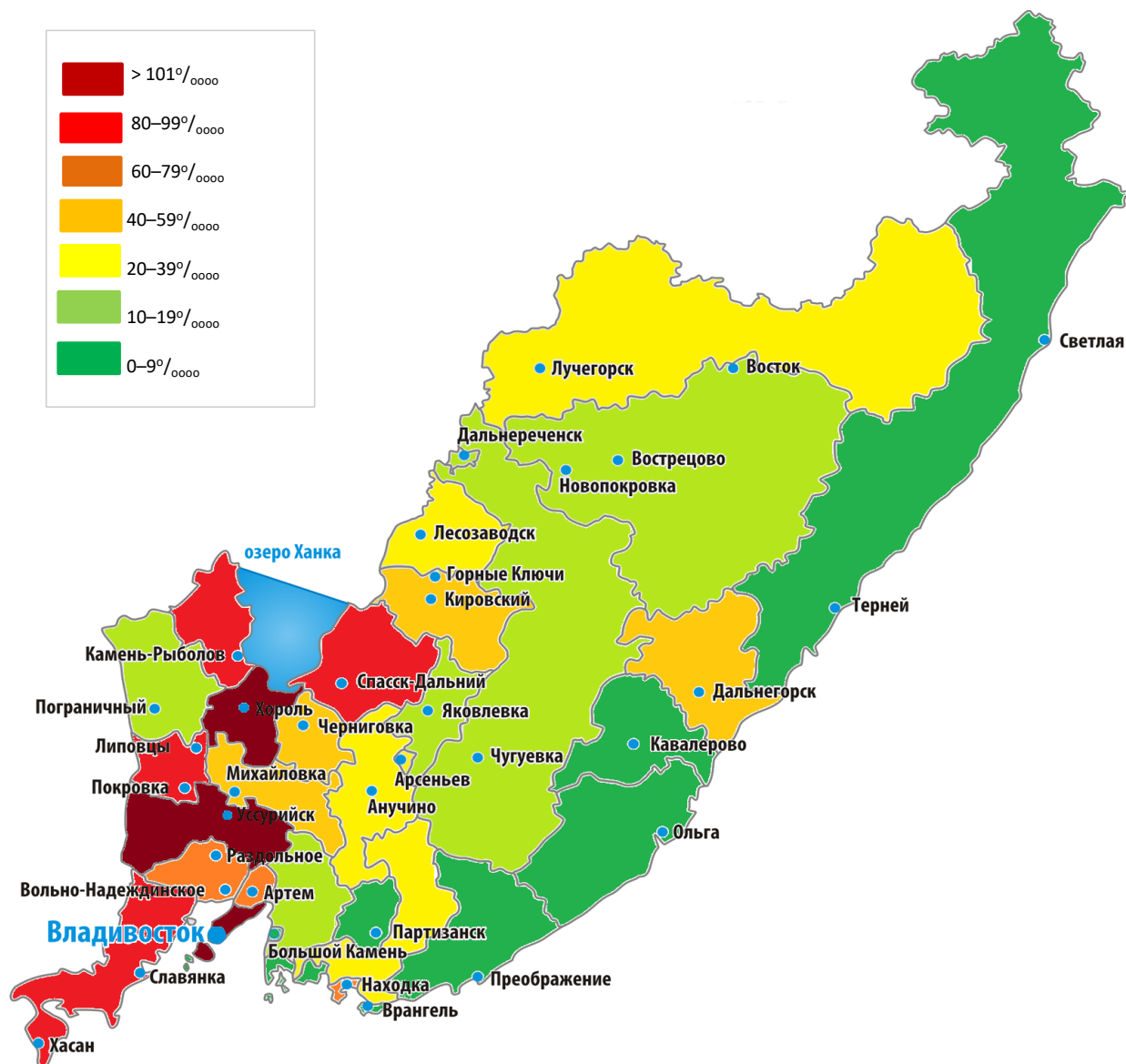


Рис. 2. Заболеваемость сальмонеллёзом на административных территориях Приморского края в 2019–2023 гг. (на 100 тыс. населения).

Цветной вариант рисунка — см. на сайте журнала: <https://microbiol.crie.ru/jour>

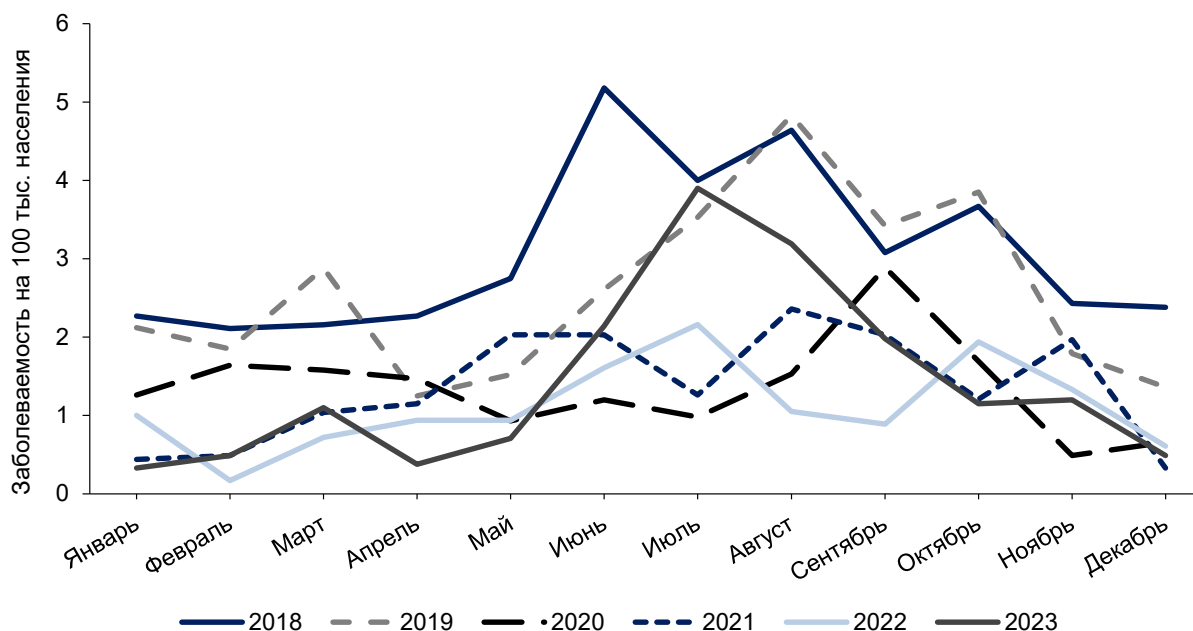


Рис. 3. Помесячная динамика заболеваемости сальмонеллёзом в Приморском крае в 2018–2023 гг.

риода в изменении уровня заболеваемости. С января по октябрь 2021 г. наблюдался спад заболеваемости COVID-19, в то же время заболеваемость сальмонеллёзами возросла. С ноября 2021 г. по март 2022 г. заболеваемость COVID-19 возросла, а сальмонеллёзами с декабря 2021 г. по февраль 2022 г. — снизилась. С марта по июль 2022 г. отмечено значительное увеличение заболеваемости сальмонеллёзами. С августа по сентябрь 2022 г. отмечен подъём заболеваемости COVID-19 при снижении регистрации сальмонеллёзов. Корреляционный анализ приведённых данных по Спирмену позволил выявить обратную связь средней силы между анализируемыми данными месячной заболеваемости обеими инфекциями ($r = 0,5$; $p < 0,05$).

Установлено, что в Приморском крае, как и в большинстве регионов Российской Федерации, и в мире, лидирующую позицию занимает *Salmonella* серогруппы D с доминирующим серотипом *S. enteritidis*, далее следуют серогруппы C и B с несущественным долевым значением (серогруппа B — $9,1 \pm 1,3\%$; серогруппа C — $9,7 \pm 1,3\%$).

Последнее место занимает серогруппа E, которая в 2022 г. не была зарегистрирована. Следует отметить, что наименьшая заболеваемость, вызванная и другими серогруппами *S. enterica*, была зафиксирована в 2022 г. (рис. 5).

В современный период основными серотипами при выявлении сальмонеллезов являются *S. enteritidis*, *S. typhimurium*, *S. infantis*. Начиная с 1995 г. и по настоящее время, несмотря на многообразие плазмидных типов у ведущего серотипа *S. enteritidis*, доминирующее значение по-прежнему имеют три основных плазмидных типа: 38, 38:1,4 и 38:4,4 МДа (таблице). Не потеряли свою значимость в формировании эпидемической ситуации и другие, реже выделяемые плазмидные типы (38:2,3, 38:2,3:1,4, 38:2,6:1,4, 38:2,6:14, 38:3,0:1,4, 38:30, 38:30:1,4, 38:30:2,3 МДа — эпидемический пул). Результаты исследования показали, что количество заболевших сальмонеллёзами, вызванными *S. enteritidis* с плазмидными типами 38, 38:1,4, 38:2,3 и 38:4,4 МДа, постепенно снижалось вплоть до 2019 г., а с начала пандемии COVID-19 сократилось в 2 раза (таблица).

Динамика числа плазмидных типов *S. enteritidis*, выделяемых в Приморском крае в 2009–2023 гг.

Плазмид- ные типы (МДа)	Год																Всего штам- мов	Источник выделе- ния
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023			
38	220	128	110	397	313	234	211	140	93	76	96	41	31	37	26	2153	п, пп, в	
38:1,4	297	323	299	343	538	349	309	154	186	138	66	17	17	12	17	3065	п, пп, в	
38:2,3	7	5	9	12	8	2	5	7	13	10	11	9	3	2	–	103	п, пп, в	
38:4,4	82	368	267	179	111	132	107	137	119	82	50	13	24	1	8	1760	п, пп	

Примечание. п — пострадавшие; пп — пищевые продукты; в — внешняя среда.

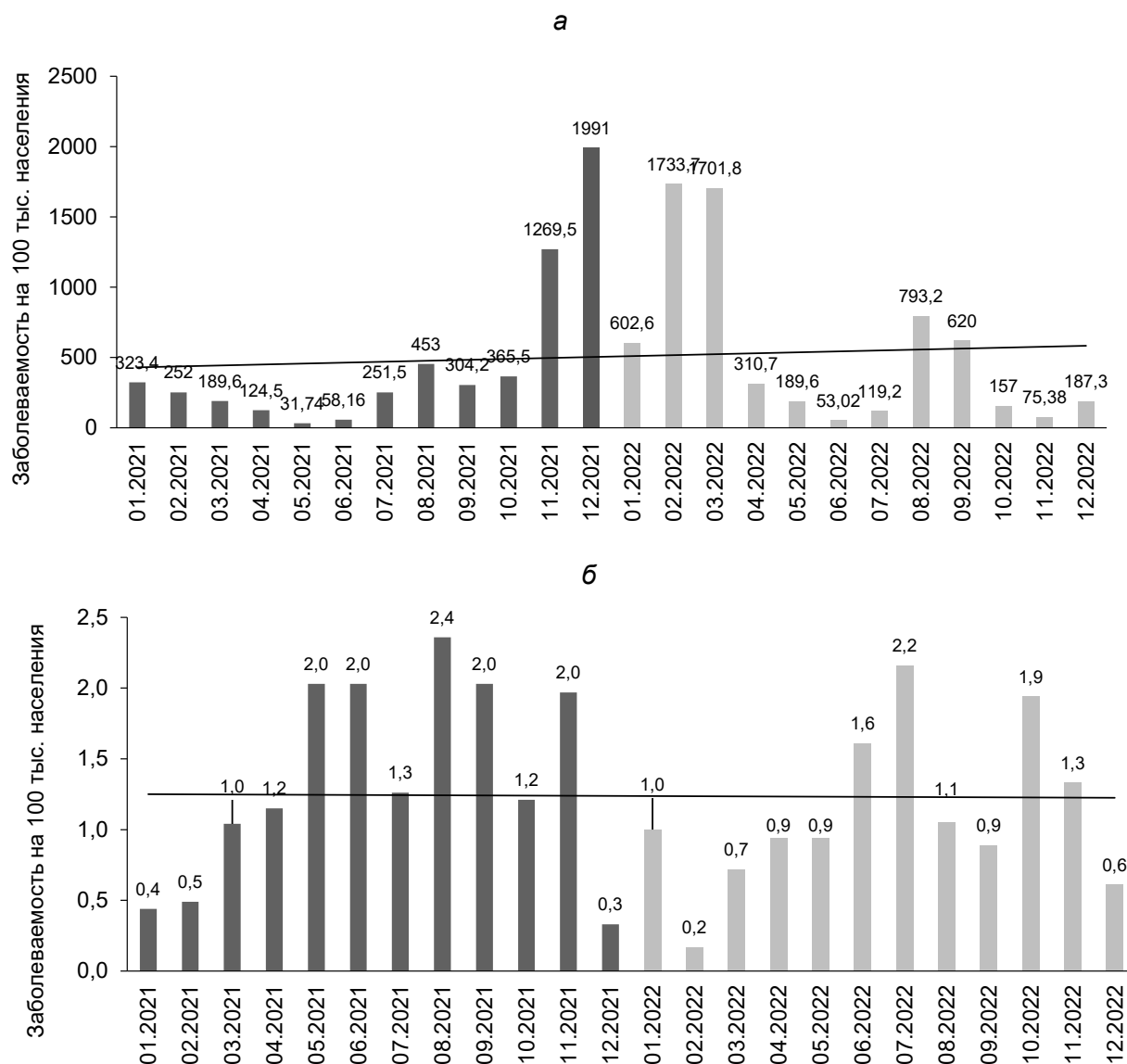


Рис. 4. Сравнительный анализ помесечной динамики заболеваемости COVID-19 (а) и сальмонеллёзом (б) с 2021 по 2022 г.

Важно отметить, что как до, так и в период пандемии COVID-19 у серовара *S. enteritidis* выявлялись редкие варианты плазмидных типов: 38:26:2,6, 3,2:2,0, 38:3,8:3,0, 5,6:3,8:3,2:2,0, 38:4,4:3,2 50:38:20, 38:5,0:3,8:3,0 и 50:8,0:4,0:3,5:1,4 МДа. Влияние эпидемиологической ситуации во время пандемии COVID-19 на появление новых плазмидных типов нами не установлено.

Вторым по значимости серотипом в этиологии сальмонеллёзов в Приморском крае является *S. typhimurium*. За 2019–2023 гг. исследовано более 90 штаммов *S. typhimurium*, изолированных из различных источников. Все заражения носили пищевой характер, госпитальные штаммы не были выделены. Наиболее часто регистрировались штаммы с одним плазмидным типом — 60 МДа (14,3%), вторым по значимости оказался плазмидный тип

4,0:3,2 МДа (13,2%), впервые появившийся в 2015 г. (выделен от больного в г. Уссурийске).

У серотипа *S. infantis*, циркулирующего на территории Приморского края, в основном преобладал плазмидный тип массой 100 МДа (72%), выделенный из продуктов питания. Штаммы с другими плазмидными типами изолировались редко.

Обсуждение

Кишечные инфекции являются актуальной проблемой во всём мире ввиду чрезвычайно широкой распространённости данной патологии, высокого уровня заболеваемости и, как следствие, значительного экономического ущерба [12].

Сальмонеллёзные инфекции и COVID-19 имеют разные пути передачи, но в отдельных случаях проявляют сопоставимые симптомы [13, 14]. Кроме

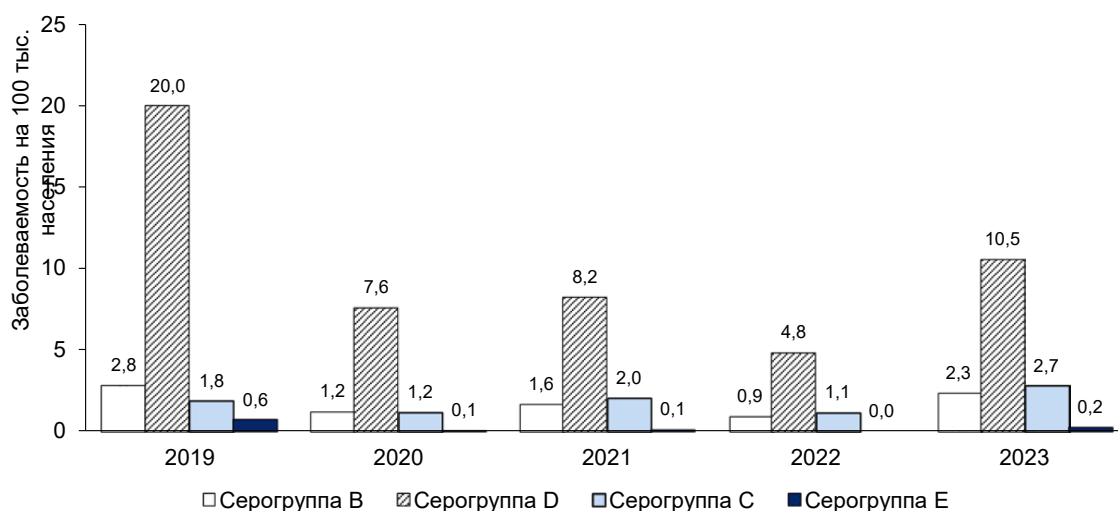


Рис. 5. Динамика заболеваемости населения отдельными серогруппами *Salmonella enterica* в Приморском крае за 2019–2023 гг.

того, иммунологический ответ, который вызывает вирус SARS-CoV-2, способен повлиять на степень тяжести бактериальных инфекций, в том числе сальмонеллёзов [15]. Позднее было установлено, что эти факторы имеют серьёзные последствия, связанные с возникновением и лечением сальмонеллёзов [16–19]. Случаи коинфекции сальмонеллой и COVID-19 зарегистрированы в 9 исследованиях по всему миру [20], некоторые из них были обнаружены у пациентов из Пакистана [21], Турции [22] и Японии [23]. Пациенты с коинфекцией сталкиваются с более серьёзными последствиями и увеличивают сложность терапевтических решений, необходимых для решения этой проблемы.

В 2020 г. развитие пандемии COVID-19 во всём мире существенно повлияло на показатели заболеваемости другими инфекциями с разным механизмом передачи. Так, при сравнении со среднемноголетним показателем с 2016 по 2023 г. уровень заболеваемости инфекциями с аэрозольным механизмом передачи с 2020 по 2023 г. в Приморском крае был выше среднемноголетнего, тогда как показатели заболеваемости кишечными инфекциями — значительно ниже. Наименьшие показатели регистрировались в 2020–2021 гг., однако в последующие годы отмечается тенденция к их росту.

Показатели заболеваемости инфекциями с трансмиссивным механизмом передачи за 2020–2023 гг. также были значительно ниже среднемноголетних. Аналогичные данные получены и по заболеваемости инфекциями с контактным механизмом.

Установлено, что во всех группах, за исключением инфекций с аэрозольным механизмом передачи, заболеваемость в годы пандемии COVID-19, по сравнению со средними показателями за предыдущие годы, существенно снизилась.

Сальмонеллёзы в Приморском крае продолжают играть важную роль в формировании инфекционной заболеваемости, о чём свидетельствуют увеличение вспышек и превышение среднего уровня заболеваемости по сравнению с Россией в целом. Следует отметить, что в разгар пандемии COVID-19 наблюдалось снижение роста заболеваемости сальмонеллёзами. Самая низкая заболеваемость зарегистрирована в Тернейском, Кавалеровском, Лазовском, Ольгинском, Партизанском районах и Фокино, однако в городах Владивосток, Уссурийск, Спасск-Дальний, Хорольском, Хасанском районах отмечен высокий уровень сальмонеллёзов. В период пандемии отмечен разнонаправленный характер в месячной динамике заболеваемости COVID-19 и сальмонеллёзами по сравнению с допандемическим периодом. Снижение регистрации случаев сальмонеллёзов, возможно, связано с изоляцией населения в период пандемии, переходом на удаленный формат работы, переводом на карантин многопрофильных медицинских организаций в связи с выявлением случаев заболеваемости коронавирусной инфекцией и перепрофилированием клинических больниц для диагностики и специализированного лечения больных с подтверждённым диагнозом. Тем не менее в формировании сложившейся эпидемиологической ситуации нельзя исключить и влияние биогеоценоза на саморегуляцию различных видов микроорганизмов в результате интеграционно-конкурентных взаимоотношений между ними, что отражается на изменении тенденции в динамике заболеваемости отдельными инфекциями и структуры инфекционной патологии [24, 25].

Несмотря на многообразие плазмидных типов у ведущего серотипа *S. enteritidis*, доминирующее значение в развитии заболеваемости сальмонеллёзом имеют три основных плазмидных типа: 38,

38:1,4 и 38:4,4 МДа, что подтверждается результатами исследования. Установлено, что сальмонеллёзные инфекции в Приморском крае как в допандемический период, так и в разгар пандемии COVID-19 в основном были вызваны штаммами *S. enteritidis* с плазмидной характеристикой 38, 38:1,4, 38:2,3 и 38:4,4 МДа. Как и в допандемический период, были выявлены и редкие варианты плазмидных типов. Влияние эпидемической ситуации во время пандемии COVID-19 на появление новых плазмидных типов не установлено.

Заключение

Полученные нами данные об эпидемиологических и молекулярно-биологических характеристиках возбудителей сальмонеллёзов, циркулирующих в Приморском крае в допандемический период и в разгар пандемии COVID-19, открывают перспективы для раскрытия эколого-эпидемиологических закономерностей развития эпидемического процесса, что позволит обоснованно принимать управленческие решения для реализации контроля за сальмонеллёзной инфекцией.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ | REFERENCES

1. Naushad S., Ogunremi D., Huang H. *Salmonella — perspectives for low-cost prevention, control and treatment*. IntechOpen; 2024. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.112948>
2. Яковлев А.А., Чекунина С.Н., Колпаков С.Л. *Эпидемиологическая оценка факторов, детерминирующих эпидемический процесс гепатита А и шигелёзов (на модели Приморского края)*. Владивосток; 2020. Yakovlev A.A., Chekunina S.N., Kolpakov S.L. *Epidemiological Assessment of the Factors that Determine the Epidemic Process of Hepatitis A and Shigellosis (on the Model of Primorsky Krai)*. Vladivostok; 2020. EDN: <https://elibrary.ru/kkijyzk>
3. Пшеничная Н.Ю., Гопаца Г.В., Углева С.В. и др. Эпидемиологические аспекты респираторных инфекций верхних и нижних отделов дыхательных путей в период пандемии COVID-19. *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы* 2022;12(4):72–6. Pshenichnaya N.Yu., Gopatsa G.V., Ugleva S.V., et al. Epidemiological aspects of respiratory infections of the upper and lower respiratory tract during the COVID-19 pandemic. *Epidemiology and Infectious Diseases. Current Items*. 2022;12(4):72–6. DOI: <https://doi.org/10.18565/epidem.2022.12.4.72-6> EDN: <https://elibrary.ru/ydeanh>
4. Любимова А.В., Сатосова Н.В., Кицбашвили Р.В. Особенности эпидемического процесса сальмонеллёзной инфекции в период пандемии COVID-19. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2023;22(2):95–102. Lyubimova A.V., Satosova N.V., Kitsbashvili R.V. Salmonellosis in the COVID-19 pandemic era. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2023;22(2):95–102. DOI: <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-2-95-102> EDN: <https://elibrary.ru/nzieml>
5. Лаврик Е.П., Кравченко А.Г., Трухина Г.М. и др. Влияние противоэпидемических (карантинных) мероприятий в условиях пандемии COVID-19 на снижение и распространение инфекций с аэрогенным механизмом передачи (на примере ветряной оспы). *Здоровье населения и среда обитания — 3НУСО*. 2021;29(8):55–62. Lavrik E.P., Kravchenko A.G., Trukhina G.M., et al. Reducing effects of antiepidemic (quarantine) measures during the COVID-19 pandemic on the incidence and spread of airborne infectious diseases (based on the example of varicella). *Public Health and Life Environment — PH&LE*. 2021;29(8):55–62. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-8-55-62> EDN: <https://elibrary.ru/nyeste>
6. Бутакова Л.В., Сапега Е.Ю., Троцено О.О. и др. Анализ заболеваемости энтеровирусной инфекцией в субъектах Дальневосточного и Сибирского Федеральных округов Российской Федерации в период пандемии COVID-19 в 2020 году. Прогнозирование заболеваемости энтеровирусной инфекцией на 2021 г. *Дальневосточный журнал инфекционной патологии*. 2021;(40):66–71. Butakova L.V., Sapaga E.Yu., Trotseno O.O., et al. Analysis of enterovirus infection incidence in constituent entities of the Far Eastern and Siberian federal districts of the Russian federation during COVID-19 pandemic in year 2020. Enterovirus infection incidence prognosis for year 2021. *Far Eastern Journal of Infectious Pathology*. 2021;(40):66–71. EDN: <https://elibrary.ru/uyuuao>
7. Кандрычын С.В. Выявление случаев туберкулеза и других инфекций во время пандемии COVID-19. *Туберкулез и болезни легких*. 2021;99(4):66–8. Kandrychyn S.V. Detection of tuberculosis and other infections during the COVID-19 pandemic. *Tuberculosis and Lung Diseases*. 2021;99(4):66–8. DOI: <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2021-99-4-66-68> EDN: <https://elibrary.ru/ocwfnf>
8. Щелканов М.Ю. *Этиология COVID-19. В кн.: COVID-19: от этиологии до вакцинопрофилактики*. М.; 2023. Shchelkanov M.Yu. Etiology of COVID-19. In: *COVID-19: from Etiology to Vaccine Prevention*. Moscow; 2023. DOI: <https://doi.org/10.33029/9704-9767-4-COV-2023-1-288>
9. Попова А.Ю., Щелканов М.Ю., Крылова Н.В. и др. Генотипический портрет SARS-CoV-2 на территории Приморского края в период пандемии COVID-19. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2024;101(10):19–35. Popova A.Y., Shchelkanov M.Y., Krylova N.V., et al. Genotypic portrait of SARS-CoV-2 in Primorsky Krai during the COVID-19 pandemic. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*. 2024; 101(10):19–35. DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-497> EDN: <https://elibrary.ru/pujffa>
10. Cado C.I., Liu S.T. Rapid procedure for detection and isolation of large and small plasmids. *J. Bacteriol*. 1981;145(3):1365–73. DOI: <https://doi.org/10.1128/jb.145.3.1365-1373.1981>
11. Popoff M.Y., Bockemuhl J., Gheesling L.L. Supplement 2002 (No 46) to the Kauffmann–White scheme. *Res. Microbiol*. 2004;155(7):568–70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2004.04.005>
12. Раков А.В., Шубин Ф.Н., Иванис В.А. и др. Сравнительная характеристика сальмонеллёза, вызванного различными плазмидоварами *Salmonella enteritidis*. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2001;(5):50–4. Rakov A.V., Shubin F.N., Ivanis V.A., et al. Comparative characteristics of salmonellosis caused by different plasmid variants of *Salmonella enteritidis*. *Epidemiology and Infectious Diseases*. 2001;(5):50–4.
13. Lin L., Jiang X., Zhang Z., et al. Gastrointestinal symptoms of 95 cases with SARS-CoV-2 infection. *Gut*. 2020;69(6):997–1001. DOI: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-321013>
14. Abdul Aziz J.M., Abdullah S.K., Al-Ahdal T.M.A., et al. Diagnostic bias during the COVID-19. A rare case report of *Salmonella Typhi*. *Ann. Med. Surg.* 2022;74:103282. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.103282>
15. Bengoechea J.A., Bamford C.G.G. SARS-CoV-2, bacterial co-infections, and AMR: the deadly trio in COVID-19? *EMBO Mol. Med*. 2020;12:e12560. DOI: <https://doi.org/10.15252/emmm.202012560>
16. Onyeaka H., Mazi I.M., Oladunjoye I.O., et al. Impact of COVID-19 on foodborne illness in Africa – a perspective piece. *J. Infect Public Health*. 2023;16(5):651–9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2023.02.018>

17. Mughini-Gras L., ChanaméPinedo L., Pijnacker R., et al. Impact of the COVID-19 pandemic on human salmonellosis in the Netherlands. *Epidemiol. Infect.* 2021;149:e254. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0950268821002557>
18. Davis B.P., Amin J., Franklin N., Beggs P.J. Salmonellosis in Australia in 2020: possible impacts of COVID-19 related public health measures. *Commun. Dis. Intell.* 2022;46:1–17. DOI: <https://doi.org/10.33321/cdi.2022.46.2>
19. Prayoga W. Concurrent emergencies: overlapping Salmonella and COVID-19 concerns in public health strategies and preparedness. *Front. Public Health.* 2024;12:1331052. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1331052>
20. Rawson T.M., Moore L.S.P., Zhu N., et al. Bacterial and fungal coinfection in individuals with coronavirus: a rapid review to support COVID-19 antimicrobial prescribing. *Clin. Infect. Dis.* 2020;71(9):2459–68. DOI: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa530>
21. Haqqi A., Khurram M., Din M.S.U., et al. COVID-19 and Salmonella Typhi co-epidemics in Pakistan: a real problem. *J. Med. Virol.* 2021;93(1):184–6. DOI: <https://doi.org/10.1002/jmv.26293>
22. Ürkmez F.Y., Atalay T. Salmonella bacteremia accompanying COVID-19: The first salmonella co-infection in the world unrelated to Pakistan. *Mikrobiyol. Bul.* 2022;56(2):357–64. DOI: <https://doi.org/10.5578/mb.20229814> (in Turkish)
23. Yogo A., Yamamoto S., Iwamoto N., et al. Non-typhoidal Salmonella bacteremia in COVID-19 with recrudescence of fever after corticosteroid discontinuation: A case report. *IDCases.* 2022;27:e01415. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idcr.2022.e01415>
24. Шмальгаузен И.И. *Кибернетические вопросы биологии.* Новосибирск; 1968. Shmalgauzen I.I. *Cybernetic Issues of Biology.* Novosibirsk; 1968.
25. Яковлев А.А., Поздеева Е.С. О возможных механизмах саморегуляции паразитарных систем в биогеоценозе. *Вестник Российской академии медицинских наук.* 2018;73(3):195–205. Yakovlev A.A., Pozdeeva E.S. On possible mechanisms of self-regulation of parasitic systems in biogeocenosis. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2018;73(3):195–205. DOI: <https://doi.org/10.15690/vramn880> EDN: <https://elibrary.ru/utykry>

Информация об авторах

Показеева Юлия Николаевна — м. н. с. лаб. кишечных инфекций НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова Роспотребнадзора, Владивосток, Россия; ассистент каф. нормальной и патологической физиологии Тихоокеанского медицинского университета, Владивосток, Россия, pokazeeva_yulia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5725-830X>

Семейкина Любовь Михайловна — аспирант НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова Роспотребнадзора, Владивосток, Россия; зам. зав. отделом эпидемиологии Центра гигиены и эпидемиологии в Приморском крае, Владивосток, Россия, <https://orcid.org/0009-0002-1095-7968>

Яковлев Анатолий Александрович — д. м. н., в. н. с. лаб. кишечных инфекций НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова Роспотребнадзора, Владивосток, Россия; проф. каф. эпидемиологии и военной эпидемиологии Тихоокеанского медицинского университета, Владивосток, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-7008-3804>

Тимченко Нелли Фёдоровна — д. м. н., в. н. с. лаб. кишечных инфекций НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова Роспотребнадзора, Владивосток, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-6051-292X>

Макаренкова Илона Дамировна — д. м. н., в. н. с. лаб. кишечных инфекций НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова Роспотребнадзора, Владивосток, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-6450-840X>

Щелканов Михаил Юрьевич — д. б. н., член-корреспондент РАН, директор НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова Роспотребнадзора, Владивосток, Россия; зав. каф. эпидемиологии, микробиологии и паразитологии Дальневосточного федерального университета, Владивосток, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>

Вклад авторов: Показеева Ю.Н. — дизайн исследования, методология, экспериментальная часть, сбор и анализ данных, визуализация, написание статьи; Семейкина Л.М. — сбор и анализ данных; Яковлев А.А.; Тимченко Н.Ф., Макаренкова И.Д., Щелканов М.Ю. — концепция исследования, написание и редактирование статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям Международного комитета редакторов медицинских журналов, внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

Статья поступила в редакцию 20.04.2025;
принята к публикации 24.06.2025;
опубликована 28.08.2025

Information about the authors

Yulia N. Pokazeeva — junior researcher, Laboratory of intestinal infections, G.P. Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Vladivostok, Russia; assistant, Department of normal and pathological physiology, Pacific Medical University, Vladivostok, Russia, pokazeeva_yulia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5725-830X>

Lyubov M. Semeykina — postgraduate student, G.P. Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Vladivostok, Russia; Deputy head, Epidemiology department, Center for Hygiene and Epidemiology in Primorsky Krai, Vladivostok, Russia, <https://orcid.org/0009-0002-1095-7968>

Anatoly A. Yakovlev — Dr. Sci. (Med.), leading researcher, Laboratory of intestinal infections, G.P. Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Vladivostok, Russia; professor, Department of epidemiology and military epidemiology, Pacific Medical University, Vladivostok, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-7008-3804>

Nelli F. Timchenko — Dr. Sci. (Med.), leading researcher, Laboratory of intestinal infections, G.P. Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Vladivostok, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-6051-292X>

Ilona D. Makarenkova — Dr. Sci. (Med.), leading researcher, Laboratory of intestinal infections, G.P. Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Vladivostok, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-6450-840X>

Mikhail Yu. Shchelkanov — Dr. Sci. (Biol.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, G.P. Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Vladivostok, Russia; Head, Department of epidemiology, microbiology and parasitology, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>

Authors' contribution: Pokazeeva Yu.N. — study design, methodology, experimental part, data collection and analysis, visualization, writing of the article; Semeykina L.M. — data collection and analysis; Yakovlev A.A., Timchenko N.F., Makarenkova I.D., Shchelkanov M.Yu. — study concept, writing and editing of the article. All authors confirm that their authorship meets the criteria of the International Committee of Medical Journal Editors, made a significant contribution to the search and analytical work and preparation of the article, read and approved the final version before publication.

The article was submitted 20.04.2025;
accepted for publication 24.06.2025;
published 28.08.2025