DOI: https://doi.org/10.17816/EID642149



Риски завоза холеры и система прогнозирования в эпидемиологическом надзоре в Российской Федерации

И.В. Савина, В.Д. Кругликов, Н.Е. Гаевская, Е.В. Монахова, А.С. Водопьянов, А.К. Носков

Ростовский-на-Дону ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский противочумный институт, Ростов-на-Дону, Россия

RNJATOHHA

Обоснование. Риски завоза холеры в Российскую Федерацию обусловлены интенсивностью эпидемического процесса по этой инфекции в эндемичных странах Юго-Восточной Азии, Восточного Средиземноморья и Африки. Оценка факторов риска завоза и распространения холеры лежит в основе методологии риск-ориентированного подхода в проактивном эпидемиологическом надзоре, который обеспечивает своевременный прогноз развития эпидситуации, готовность и оперативное реагирование в случае её осложнения, а также предотвращение тяжёлых последствий.

Цель исследования — определить эффективность проактивного эпидемиологического надзора за холерой на территории Российской Федерации в 2023–2024 годах.

Материалы и методы. Использован риск-ориентированный подход, основанный на систематизации официальных сведений о мировой заболеваемости холерой (Weekly Epidemiological Record of WHO), официальных и региональных сайтов Всемирной организации здравоохранения, интернет-ресурсов (ProMED-mail post, ECDC) и других источников. В работе руководствовались распорядительными документами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 2023—2024 годах, применяли материалы оперативного эпидемиологического анализа Референс-центра по мониторингу за холерой на территории Российской Федерации. Полногеномное секвенирование и сборку геномов выполняли на платформе MiSeq (Illumina), генетические детерминанты идентифицировали в WGSs с использованием программ BioEdit 7.2.5 и BLASTN 2.2.29. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью компьютерной программы StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian.

Результаты. Проведён анализ массива данных по заболеваемости холерой в мире, дан реалистичный прогноз вероятности рисков завоза холеры в Российскую Федерацию в 2023 году. Проверена противоэпидемическая готовность органов и организаций Роспотребнадзора и Минздрава России, осуществлено оперативное реагирование на два случая завоза холеры в Тамбовскую область и Москву из Индии в 2023 году со своевременной их расшифровкой, включая геномную и филогенетическую характеристику возбудителей. Локализованы и ликвидированы очаги инфекции, не допущено её распространения. Проведён мониторинг холеры на территории Российской Федерации в 2024 году. Осуществлены мероприятия по минимизации рисков завоза и распространения данной инфекции.

Заключение. На основе анализа результатов мониторинга 2023—2024 годов доказана эффективность системы проактивного эпидемиологического надзора, основанного на раннем выявлении рисков завоза холеры или их предвестников, прогнозировании, оперативном реагировании в случае реализации осложнения эпидситуации по холере и контроле объектов и факторов, способствующих возможному распространению инфекции. Обеспечена стабильность эпидемиологической ситуации по холере в Российской Федерации.

Ключевые слова: холера; заболеваемость; Vibrio cholerae 01; филогенетический анализ.

Как цитировать:

Савина И.В., Кругликов В.Д., Гаевская Н.Е., Монахова Е.В., Водопьянов А.С., Носков А.К. Риски завоза холеры и система прогнозирования в эпидемиологическом надзоре в Российской Федерации // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2024. Т. 29, № 5. С. 337—347. DOI: https://doi.org/10.17816/EID642149

Рукопись получена: 22.11.2024 Рукопись одобрена: 17.12.2024 Опубликована online: 29.01.2025



DOI: https://doi.org/10.17816/EID642149

The risks of cholera importation and the forecasting system in epidemiological surveillance in the Russian Federation

Isabella V. Savina, Vladimir D. Kruglikov, Natalia E. Gaevskaya, Elena V. Monakhova, Alexey S. Vodopyanov, Aleksey K. Noskov

Rostov-on-Don Plague Control Researsh Institute, Rostov-on-Don, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The risks of cholera importation into Russia are determined by the intensity of the epidemic process in endemic countries of Southeast Asia, the Eastern Mediterranean, and Africa. The assessment of risk factors for cholera importation and spread forms the basis of the risk-oriented methodology in proactive epidemiological surveillance, which ensures timely forecasting of the epidemiological situation, preparedness, and rapid response in case of its deterioration, as well as the prevention of severe consequences.

AIM: To assess the effectiveness of proactive epidemiological surveillance of cholera in Russia in 2023–2024.

MATERIALS AND METHODS: A risk-oriented approach was employed, based on the systematic collection of official data on global cholera incidence from sources such as the Weekly Epidemiological Record (WHO), official and regional WHO websites, internet resources including ProMED-mail post, ECDC, and other platforms. The study adhered to regulatory documents issued by the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing for 2023–2024 and utilized operational epidemiological analysis data from the Reference Center for Cholera Monitoring in Russia. Whole-genome sequencing (WGS) and genome assembly were conducted on the MiSeq (Illumina) platform, and genetic determinants were identified in WGS data using BioEdit 7.2.5 and BLASTN 2.2.29. Statistical data processing was performed using the StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian software.

RESULTS: A comprehensive analysis of global cholera incidence data was conducted, providing a realistic forecast of the risks of cholera importation into Russia in 2023. The epidemic preparedness of Rospotrebnadzor and the Ministry of Health of Russia was assessed, followed by a prompt response to two imported cholera cases detected in Tambov region and Moscow in 2023, both originating from India. Timely identification of these cases, including genomic and phylogenetic characterization of the pathogens, was achieved. Infection foci were localized and eliminated, preventing further spread. Cholera monitoring in Russia continued throughout 2024, with preventive measures implemented to minimize the risks of cholera importation and spread. **CONCLUSIONS:** The analysis of the 2023–2024 monitoring results demonstrated the effectiveness of the proactive epidemiological surveillance system, which relies on early identification of cholera importation risks and their precursors, forecasting, rapid response to potential complications in epidemiological situation, and control of objects and factors contributing to infection spread. The epidemiological stability regarding cholera in Russia was ensured.

Keywords: cholera; incidence; Vibrio cholerae 01; phylogenetic analysis.

To cite this article:

Savina IV, Kruglikov VD, Gaevskaya NE, Monakhova EV, Vodopyanov AS, Noskov AK. The risks of cholera importation and the forecasting system in epidemiological surveillance in the Russian Federation. *Epidemiology and Infectious Diseases*. 2024;29(5):337–347. DOI: https://doi.org/10.17816/EID642149



ОБОСНОВАНИЕ

Седьмая пандемия холеры, обусловленная биоваром El Tor, длится уже 63 года, что составляет по времени три четверти общей продолжительности предыдущих шести пандемий. В последнее десятилетие наблюдается активизация эпидемического процесса в эндемичных по холере странах Азии (Индия, Бангладеш, Таиланд и др.), а также в странах Африки (Сомали, Бурунди, Замбия, Зимбабве, Нигерия, Эфиопия, Кения, Камерун, Демократическая Республика Конго, Мозамбик и др.) [1, 2]. Ежегодно растёт охват числа стран холерой за счёт вовлечения новых административных территорий и формирования стойких эндемичных очагов болезни.

Оценка факторов риска завоза и распространения холеры лежит в основе риск-ориентированного подхода [3] в проактивном эпидемиологическом надзоре, который обеспечивает своевременный прогноз развития эпидситуации, готовность и оперативное реагирование в случае её осложнения, а также предотвращение тяжёлых последствий.

Система прогнозирования в проактивном эпидемиологическом надзоре за холерой в настоящее время базируется на многофакторном анализе данных о развитии эпидемической ситуации по холере в мире и реалистичном прогнозе с конкретизацией пространственной и временной конфигурации рисков завоза инфекции в Россию на сегодняшний день и ближайшую перспективу.

ЦЕЛЬ

Определить эффективность риск-ориентированного подхода в проактивном эпидемиологическом надзоре за холерой на территории Российской Федерации (РФ) в 2023—2024 годах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использован риск-ориентированный подход [3], основанный на систематизации официальных сведений о мировой заболеваемости холерой (Weekly Epidemiological Record of WHO), официальных и региональных сайтов Всемирной организации здравоохранения, интернет-ресурсов (ProMED-mail post, ECDC) и других источников. В работе руководствовались распорядительными документами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 2023-2024 годах, применяли материалы оперативного эпидемиологического анализа Референс-центра по мониторингу за холерой на территории РФ. На территории РФ мониторинг за холерой проводился согласно СаНПиН 3.3686-21 п. 1929. Индикацию и идентификацию выделенных штаммов холерных вибрионов проводили в соответствии с МУК 4.2.3745-22, МУК 4.2.3746-22, МУК 4.2.4062-24 «Изменения № 1 в МУК 4.2.3746-22», МУК 4.2.4030-24 «Изменения № 1 в МУК 4.2.3745-22» [4-7]. В еженедельном режиме проводился многофакторный анализ широкого спектра

источников информации о заболеваемости, факторах и условиях, способствующих её активизации, в том числе о чрезвычайных ситуациях различного характера.

Полногеномное секвенирование и сборку геномов выполняли на платформе MiSeq (Illumina), как описано ранее [8], генетические детерминанты идентифицировали в WGSs с использованием программ BioEdit 7.2.5 (http://www.mbio.ncsu.edu/bioedit) и BLASTN 2.2.29 (http://blast.ncbi.nlm.nih.gov). Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью компьютерной программы StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате многофакторного анализа заболеваемости установлено, что с 2014 по 2023 год холера зарегистрирована в 87 странах, на 500 административных территориях, из которых 94 эндемичны [1, 2]. В 2023 году 38 стран сообщили более чем о 856 тысячах случаев холеры. В структуре общей заболеваемости по-прежнему наибольший удельный вес занимали страны Азии, на которые приходилось 73% случаев холеры. В 2023 году в мире холерой было поражено 47 стран, 11 из которых являются эндемичными (рис. 1).

Было определено, что интенсивность эпидемического процесса в эндемичных по холере странах и динамика распространения инфекции на отдельные неэндемичные территории в совокупности с сопутствующими факторами и условиями социального и экономического характера сформировали в 2023 году высокие потенциальные риски завоза холеры в РФ.

На основании этого и в соответствии с Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 24.05.2023 \mathbb{N}^2 7 «О дополнительных мерах по профилактике холеры в Российской Федерации» [9] была проведена оценка госпитальной (более 550) и лабораторной (более 640) баз России с целью обеспечения готовности 89 субъектов РФ к профилактическим и противоэпидемическим мероприятиям по холере (рис. 2).

Установлено, что с 1998 по 2023 год эпидемические проявления холеры на территории России были связаны только с единичными завозами инфекции без дальнейшего распространения (табл. 1).

Реализация прогнозируемых на 2023 год рисков была осуществлена в июле и сентябре, когда были зарегистрированы два случая завоза холеры из Индии.

В июне 2023 года первый случай завоза холеры в страну осуществлён гражданином Индии, прибывшим из Дели в Москву авиарейсом, на борту которого находилось 249 человек. Второй завоз в сентябре 2023 года выявлен у российского гражданина, посещавшего с целью деловой поездки страны Южно-Азиатского региона, эндемичные по холере (Индия, Бангладеш, Индонезия) [10, 11]. Согласно комплексному плану профилактических и противоэпидемических мероприятий по санитарной охране территории сроком на пять лет, был начат комплекс



Рис. 1. Многофакторный информационный мониторинг биологических угроз по холере. ЧС — чрезвычайная ситуация.



Рис. 2. Прогноз по холере, реализация рисков и противодействие биологическим угрозам на территории Российской Федерации.

Таблица 1. Завозы холеры (без распространения) на территорию Российской Федерации за период 1998-2023 годов

Наименование штамма	№ исходного штамма	Год, страна, из которой завезён штамм, куда произведён завоз	
V. cholerae El Tor Ogawa	76A198	1998 г., из Индии в г. Омск	
V. cholerae El Tor Inaba	1	2004 г., из Индии в Башкортостан, г. Белорецк	
V. cholerae El Tor Inaba	1	2005 г., из Таджикистана в Тверскую область, г. Конаково	
V. cholerae El Tor Inaba	K-35	2005 г., из Таджикистана в г. Москву	
V. cholerae El Tor Inaba	3	2006 г., из Индии в г. Мурманск	
V. cholerae El Tor Ogawa	Л-4150	2010 г., из Индии в г. Москву	
V. cholerae El Tor Ogawa	89	2010 г., из Индии в г. Москву	
V. cholerae El Tor Ogawa	86	2010 г., из Индии в г. Москву	
V. cholerae El Tor Ogawa	6878	2012 г., из Индии в г. Москву	
V. cholerae El Tor Ogawa	3265/80	2014 г., из Индии в г. Москву	
V. cholerae El Tor Ogawa	5342	2023 г., из Индии в г. Москву	
V. cholerae El Tor Ogawa	6	2023 г., из Индии через г. Москву в Тамбовскую область, г. Рассказово	

противоэпидемических мероприятий. В течение 24 ч со времени поступления клинического материала в лабораторию проведена индикация, идентификация, дана геномная и филогенетическая характеристика штаммов холерных вибрионов в соответствии с алгоритмом её обеспечения и перспективами дальнейшего развития (рис. 3).

Анализ этих случаев завоза показал единичное число заболевших, но большое количество контактных лиц. Так, по маршруту следования, месту проживания и трудовой деятельности, а также среди медицинского персонала было обследовано 553 контактных лица. Всего выявлено двое больных с выделением токсигенных



Рис. 3. Геномный мониторинг, биоинформационные и IT-технологии в работе Референс-центра по мониторингу за холерой в Российской Федерации. ПЧУ — противочумное учреждение.

штаммов Vibrio cholerae 01, два случая вибрионосительства нетоксигенного штамма холерного вибриона 01 серогруппы и 17 случаев с выделением нетоксигенного холерного вибриона не01/не0139 [10].

Геномный мониторинг позволил своевременно обнаружить нетипичные для неэндемичной территории России токсигенные штаммы холерных вибрионов. Штаммы, выделенные от больных, прибывших из Индии в 2023 году через Москву в г. Рассказово Тамбовской области, относились к генотипу ctxB7 [10]. Для разных геновариантов токсигенных холерных вибрионов характерно сочетание разных генетических маркеров (табл. 2).

В соответствии с прогнозом Референс-центра по мониторингу холеры о вероятности выделения холерных вибрионов из водных объектов РФ в 2023 году мониторинг контаминации холерными вибрионами 01 и 0139 серогрупп поверхностных водоёмов и других объектов окружающей среды начат в субъектах России в апреле при достижении температуры воды поверхностных водоёмов 14°С.

В ходе эпидемиологического мониторинга за холерой в 2023 году из проб водных объектов окружающей среды на территории 11 субъектов России изолировано 52 нетоксигенных штамма холерного вибриона 01 серогруппы.

Штаммы 2023 года распределились по кластерам, соответствующим их генетической близости и сгруппированным вместе со штаммами из поверхностных водоёмов разных сроков и различных мест выделения на территории РФ, что указывает на существование в стране гетерогенной популяции этих микроорганизмов и отсутствие новых заносов (рис. 4).

С целью определения взаимосвязи между температурой воды поверхностных водоёмов и выделяемостью холерного вибриона выполнен запрос к руководителям управлений Роспотребнадзора по субъектам РФ. В ходе проведённого ретроспективного анализа полученных данных за пятилетний период (2019—2023 годы) установлено, что при температуре воды ниже 15°С может выделяться холерный вибрион.

Систематизация и дифференциация информации о заболеваемости холерой в еженедельном (порой

ежедневном) режиме была продолжена в 2024 году. Установлено, что при меньшем числе поражённых стран (42) наблюдается увеличение числа эндемичных стран — 18, число больных холерой составляет более 470 тыс. [12—14]. Отмечено развитие миграции за счёт современных транспортных связей (в основном авиационных) между эндемичными странами и странами, свободными от холеры, что способствует рискам завозов инфекции в кратчайшие сроки без превышения инкубационного периода по холере, в том числе и на территорию России.

В 2024 году, согласно распоряжению Роспотребнадзора от 11.03.2024 «О ходе выполнения мероприятий по профилактике холеры», мониторинг контаминации холерными вибрионами 01 и 0139 серогрупп поверхностных водоёмов и других объектов окружающей среды в 2024 году начат с 15 апреля в городах следующих категорий: 1) города с численностью постоянного населения свыше 2 млн жителей; 2) города с численностью постоянного населения свыше 1 млн жителей; 3) города, имеющие морской порт (водные пути сообщения); 4) города-курорты; 5) территории новых субъектов РФ.

Следующим этапом проактивного эпидемиологического надзора за холерой являлось создание системы оперативной оценки эпидемиологической ситуации по холере в любом субъекте РФ, вследствие чего был создан еженедельный запрос массива данных (отчёт по холере) на основании письма Роспотребнадзора от 02.04.2024 «О проведении мероприятий по профилактике холеры». Отчёт содержит 11 таблиц, отражающих полноценную картину эпидемиологической ситуации по холере в каждом субъекте РФ. С помощью отчёта возможно отслеживание миграционной активности прибывших лиц, что является одной из движущих сил развития вспышек в мире. За три квартала 2024 года на территории 30 субъектов в страну прибыло более 62 000 лиц, в том числе 26,8% (16 866 человек) из стран, неблагополучных по холере. С целью раннего выявления больных холерой и вибрионосителей было проведено 4434 исследования проб на холеру в действующих канализационных очистных

Таблица 2. Сочетание генетических маркеров, характерных для разных геновариантов токсигенных холерных вибрионов

Геноварианты	Генетический маркер					
	ctxB	tcpA	rtxA	VSP-II	rtxC	
Типовые Эль-Тор	3	ET	1	pt	+	
Первые геноварианты	1	ET	1	pt	+	
«Предгаитянские»	1	CIRS	4	Δ495-512	+	
«Гаитянские»	7	CIRS	4	Δ495-512	+	
«Постгаитянские»	7	CIRS	4a	Δ495-512	+	
{лассические	1	class.	-	_	_	

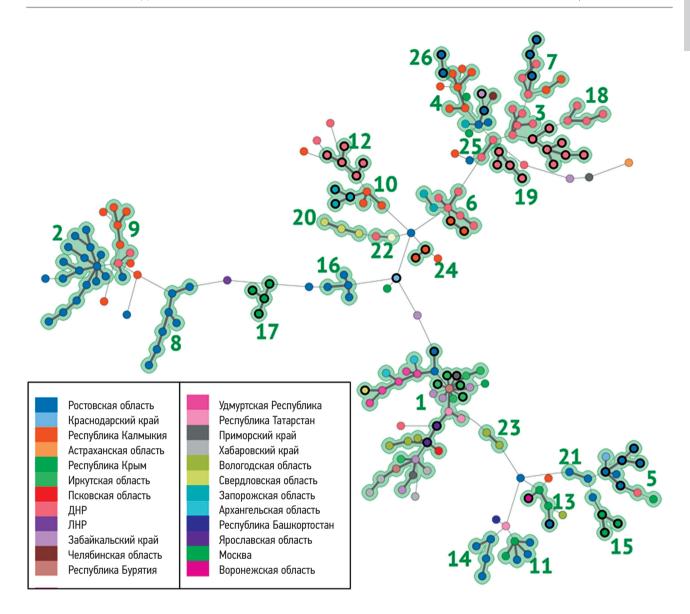


Рис. 4. Дендрограмма, построенная на основе SNP-анализа сиквенсов нетоксигенных штаммов *Vibrio cholerae* 01, выделенных из поверхностных водоёмов в субъектах Российской Федерации с 2005 по 2023 год. Штаммы, изолированные в 2023 году, обозначены жирной обводкой.

сооружениях до очистки и 7489 исследований проб стоков после очистки в 43 субъектах РФ. В 2024 году в Республике Калмыкия в сточных водах до очистки был выделен один штамм *V. cholerae* 01, и в Приморском крае в морской воде, в месте сброса сточных вод, выделен один штамм *V. cholerae* 01.

В ходе эпидемиологического мониторинга за холерой в 2024 году из проб поверхностных водоёмов окружающей среды выделено 337 штаммов холерных вибрионов 01 серогруппы, из которых 335 — нетоксигенные, а 2 — токсигенные. Эти два штамма были выделены из р. Темерник Ростовской области на фоне эпидемического благополучия по холере. Все штаммы данного клонального комплекса относятся к группе первых геновариантов с генотипом *ctxB*1 со сниженным эпидемическим потенциалом. Анализ полученных данных продолжается.

Дополнительные рекомендации по профилактике холеры от 01.07.2024 № 02/11115-2024-32 и от 01.08.2024 № 02/13275-2024-27 позволили осуществить контроль объектов и факторов окружающей среды. При выделении холерного вибриона из поверхностных вод водоёма специалистами Роспотребнадзора проводились эпидемиологическое расследование, отбор проб воды поверхностного водоёма до получения трёхкратного отрицательного результата и санитарно-микробиологическое исследование. При проведении эпидемиологического расследования в Ростовской области был обнаружен слив жидкости неизвестного происхождения из несанкционированных труб частных домов в р. Темерник. В 2024 году из поверхностных вод р. Темерник выделено два токсигенных штамма 01 серогруппы на фоне отсутствия эпидемических проявлений холеры. Это подтверждает возможность распространения инфекции водным путём.

За период с 19-й по 46-ю календарную неделю 2024 года установлены три подъёма изоляции холерного вибриона 01 из вод поверхностных водоёмов (рис. 5). Кроме того, как и прогнозировалось, в 2023—2024 годах от больных острыми кишечными инфекциями, в основном жителей южных регионов нашей страны (Донецкая Народная Республика, Ростовская и Запорожская области), выделялись неагглютинирующиеся вибрионы (НАГ-вибрионы).

ОБСУЖДЕНИЕ

В 2023—2024 годах сохранилась неблагополучная обстановка по холере в мире с высоким риском завоза инфекции на неэндемичные территории. Актуальными факторами, способствующими активизации эпидемического процесса во многих странах, продолжали оставаться чрезвычайные ситуации (ЧС) природного, социального и политического характера, которые приводили к нарушению систем водоснабжения и канализации, ограничивали доступ населения к доброкачественной питьевой воде, медицинской помощи и др., а также обусловливали вынужденную миграцию пострадавшего от ЧС населения и, как следствие, высокую скученность в местах их временного пребывания. Кроме того, на эпидемиологическую ситуацию по холере существенно влияли национальные традиции и низкая санитарная культура населения в отдельных странах [12].

Результаты перекрёстной проверки явились эффективной мерой по готовности госпитальной и лабораторной баз к проведению мероприятий по предупреждению завоза и распространения эпидемической ситуации по холере на территории РФ в 2023 году [11].

Отнесение штаммов, выделенных от больных холерой, к «постгаитянской» группе свидетельствовало об их завозном характере (см. табл. 1). «Постгаитянские» штаммы циркулируют в Индии и в настоящее время, клинические изоляты этих геновариантов преобладали в пограничном Бангладеш в 2021—2022 годах. Связь между штаммами 2023 года с клиническими штаммами, завезёнными из Индии в Москву в 2010, 2012 и 2014 годах, не прослеживалась [11].

Риски завоза и распространения холеры определяются в ходе мониторинговых исследований проб из объектов окружающей среды (из поверхностных водоёмов и сточных вод), направленных на своевременное обнаружение токсигенных штаммов холерных вибрионов.

В 2023 году выявлен неустановленный занос инфекции вследствие выделения из водоёма токсигенного холерного вибриона, относящегося к группе штаммов, в настоящее время несклонной к широкому эпидемическому распространению. Штамм имел генотип, который сформировался в 90-х годах прошлого века и относился к «предгаитянской» группе ctxB1 (см. табл. 2). Возможно, выявление штамма с таким генотипом в Ростове-на-Дону в 2023 году связано с неустановленным завозом из-за рубежа без распространения и свидетельствует о том,

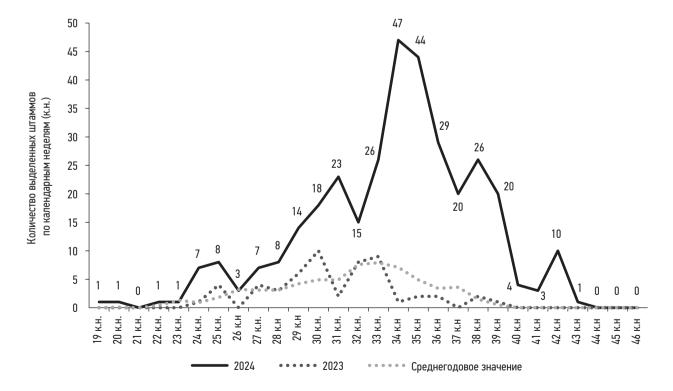


Рис. 5. Сравнительная динамика выделения штаммов *Vibrio cholerae* 01 в Российской Федерации по календарным неделям. Среднегодовое значение — значение за 13 лет.

что данные изоляты все ещё сохраняются на отдельных эндемичных территориях азиатских стран [15].

Обнаружение в воде поверхностных водоёмов нетоксигенных холерных вибрионов 01 серогруппы, НАГ-вибрионов при более низких температурах, чем оптимальные (от 19,8±0,9 до 25,2±1,1°С) [16, 17], является индикаторным признаком существования условий, которые могут быть благоприятными для холерных вибрионов 01 серогруппы, и свидетельствует о возможности выживания возбудителя холеры в создавшихся условиях водной среды, а также о вероятности распространения инфекции водным путём в случае попадания в водоём токсигенного штамма. Данные штаммы обладали различными наборами детерминант факторов патогенности, которые в определённых условиях потенциально могут вызывать спорадические заболевания или вспышки с клиническими проявлениями гастроэнтерита за счёт экспрессии генетических детерминант целого ряда факторов патогенности [18]. Количество выделенных штаммов холерного вибриона 01 серогруппы в 2024 году превысило число штаммов, изолированных из воды в 2023 году, в 5,8 раза. Генотипическое изучение этих штаммов продолжается.

Результаты мониторинговых исследований по холере текущего года продолжают анализироваться. Прогноз, данный на 2024 год [18], оправдывается. Так, несмотря на то, что завозов холеры в РФ в 2024 году пока не было зарегистрировано, риски осложнения эпидемической ситуации по холере на территории страны сохраняются. Как и прогнозировалось, при отсутствии выявленных больных и вибриононосителей отмечены эпизодические случаи токсигенных штаммов 01 серогруппы в пробах воды вследствие неустановленных заносов с неблагополучных по холере территорий.

Выделение НАГ-вибрионов от больных острыми кишечными инфекциями свидетельствует о наличии рискформирующих факторов и условий, способствующих контакту населения с контаминированными холерными вибрионами объектами окружающей среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Риск-ориентированный проактивный эпидемиологический надзор за холерой на территории РФ, включающий геномный мониторинг, сработал и позволил спрогнозировать, установить и купировать завозы холеры в нашу страну из Индии в 2023 году; выявить неустановленный занос инфекции вследствие выделения из водоёма токсигенного штамма холерного вибриона, относящегося к группе штаммов, в настоящее время несклонной к широкому эпидемическому распространению; подтвердить, что нетоксигенные штаммы холерных вибрионов 01, выделенные из поверхностных водоёмов на территории РФ в 2023 году, встречались в разное время на различных территориях страны, не имеют заносного происхождения, длительно циркулируют в поверхностных водоёмах

на территории субъектов РФ, а их обнаружение свидетельствует о риске подключения водного фактора распространения инфекции в случае заноса токсигенного штамма; дать прогноз развития эпидемиологической ситуации по холере на территории РФ на 2024 год, который подтверждается.

Таким образом, своевременное выявление рисков завоза холеры и система прогнозирования обеспечили оперативное реагирование на реализацию завозов, а также стабильность эпидемиологической ситуации по холере на территории РФ в 2023—2024 годах, что свидетельствует о правильно выстроенной последовательности действий и эффективности проактивного эпидемиологического надзора за холерой на территории Российской Федерации.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: И.В. Савина — сбор и анализ данных, написание и редактирование текста статьи; В.Д. Кругликов — разработка концепции, анализ данных, написание и редактирование статьи; Н.Е. Гаевская — разработка концепции, анализ данных, редактирование статьи; Е.В. Монахова — анализ данных, редактирование раздела статьи; А.С. Водопьянов — анализ данных; А.К. Носков — разработка концепции, применение рискориентированного подхода в проактивном эпидемиологическом анализе за холерой.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. I.V. Savina: data collection and analysis, writing and editing of the article text; V.D. Kruglikov: concept development, data analysis, writing and editing of the article; N.E. Gaevskaya: concept development, data analysis, editing of the article; E.V. Monakhova: data analysis, editing of the article section; A.S. Vodopyanov: data analysis; A.K. Noskov: concept development, application of risk-based approach in proactive epidemiological analysis for cholera.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- **1.** World Health Organization. Cholera, 2017 // Weekly Epidemiological Record. 2018. Vol. 93, N 38. P. 489–500. Режим доступа: https://iris. who.int/handle/10665/274654 Дата обращения: 15.06.2024.
- **2.** World Health Organization. Cholera, 2022 // Weekly Epidemiological Record. 2023. Vol. 98, N 38. P. 431–452. Режим доступа: https://iris.who.int/handle/10665/372986 Дата обращения: 15.06.2024.
- **3.** Макарейко Н.В. Риск-ориентированный подход при осуществлении контроля и надзора // Юридическая техника. 2019. № 13. С. 225–229. EDN: PPZLDF
- 4. МУК 4.2.3745-22 «Методы лабораторной диагностики холеры» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 12 мая 2022 г.). Режим доступа: https://base.garant.ru/404729197/?ysclid=m7jead l9qt514379224 Дата обращения: 15.06.2024.
- **5.** МУК 4.2.4062-24 «Изменения № 1 в МУК 4.2.3746-22 "Организация и проведение лабораторной диагностики холеры в лабораториях различного уровня"» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 27 сентября 2024 г.). Режим доступа: http://35.rospotrebnadzor.ru/Default.aspx?mnu=36983034eed44e1a bfa31494cbc5ddf5 Дата обращения: 15.06.2024.
- **6.** МУК 4.2.4030-24 «Изменения № 1 в МУК 4.2.3745-22 "Методы лабораторной диагностики холеры"» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 31 мая 2024 г.). Режим доступа: https://fbu3hmao.ru/2024/pdf/met/MUK-4.2.4030_24.pdf Дата обращения: 15.06.2024.
- 7. МУК 4.2.3746-22 «Организация и проведение лабораторной диагностики холеры в лабораториях различного уровня. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 12 мая 2022 г.). Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/350414419 Дата обращения: 15.06.2024.
- **8.** Титова С.В., Монахова Е.В., Алексеева Л.П., Писанов Р.В. Молекулярно-генетические основы биоплёнкообразования как составляющей персистенции Vibrio cholerae в водоёмах Российской Федерации // Экологическая генетика. 2018. Т. 16, № 4. С. 23—32. doi: 10.17816/ecogen16423-32
- **9.** Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 24.05.2023 № 7 «О дополнительных мерах по профилактике холеры в Российской

- Федерации». Режим доступа: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202306230008 Дата обращения: 15.06.2024.
- **10.** Попова А.Ю., Носков А.К., Ежлова Е.Б., и др. Ретроспективный анализ эпидемиологической ситуации по холере в Донбасском регионе, Запорожской и Херсонской областях // Здоровье населения и среда обитания 3HиCO. 2023. Т. 31, № 11. С. 82–93. doi: 10.35627/2219–5238/2023-31-11-82-93
- **11.** Носков А.К., Кругликов В.Д., Москвитина Э.А., и др. Холера: анализ и оценка эпидемиологической обстановки в мире и России. Прогноз на 2023 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2023. № 1. С. 56—66. doi: 10.21055/0370–1069–2023–1-56-66
- **12.** Africa CDC Weekly Event Based Surveillance Report, November. 2024. Режим доступа: https://africacdc.org/download/africa-cdc-weekly-event-based-surveillance-report-november-2024/ Дата обращения: 15.06.2024.
- **13.** Afghanistan: Infectious Disease Outbreaks Epidemiological Week #43 (20–26 Oct 2024). Situation Report #43. Режим доступа: https://reliefweb.int/report/afghanistan/afghanistan-infectious-disease-outbreaks-epidemiological-week-43-20-26-oct-2024-situation-report-43 Дата обращения: 15.06.2024.
- **14.** Communicable disease threats report, 19–25 October 2024, week 43. Режим доступа: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/communicable-disease-threats-report-week-43-2024.pdf Дата обращения: 15.06.2024.
- **15.** Монахова Е.В., Ghosh A., Mutreja A., и др. Эндемичная холера в Индии и завозная холера в России: что общего? // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 3. С. 17—26. doi: 10.21055/0370-1069-2020-3-17-26
- **16.** Меньшикова Е.А., Архангельская И.В., Левченко Д.А., и др. Влияние температурных флуктуаций воды поверхностных водоёмов города Ростова-на-Дону на циркуляцию холерных вибрионов // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2018. Т. 4, № 4. С. 14–20. EDN: UYCSKY
- **17.** Курбатова Е.М., Меньшикова Е.А., Архангельская И.В., и др. Особенности сезонной циркуляции Vibrio cholerae в поверхностных водоёмах г. Ростова-на-Дону // Бактериология. 2019. Т. 4, № 2. С. 21—26. doi: 10.20953/2500-1027-2019-2-21-26
- **18.** Попова А.Ю., Носков А.К., Ежлова Е.Б., и др. Эпидемиологическая ситуация по холере в Российской Федерации в 2023 г. и прогноз на 2024 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2024. N° 1. С. 76—88. doi: 10.21055/0370-1069-2024-1-76-88

REFERENCES

- **1.** World Health Organization. Cholera, 2017. *Weekly Epidemiological Record.* 2018;93(38):489–500. Available from: https://iris.who.int/handle/10665/274654 Accessed: 15 Jun 2024.
- **2.** World Health Organization. Cholera, 2022. *Weekly Epidemiological Record.* 2023;98(38):431–452. Available from: https://iris.who.int/handle/10665/372986 Accessed: 15 Jun 2024.
- Makareiko NV. Risk-oriented approach in the implementation of control and supervision. *Juridical techniques*. 2019;(13):225–229. EDN: PPZLDF
- **4.** MUC 4.2.3745-22 "Metody laboratornoi diagnostiki kholery" (approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare on May 12, 2022). Available from: https://base.garant.ru/4 04729197/?ysclid=m7jeadl9qt514379224 Accessed: 15 Jun 2014. (In Russ.)
- **5.** MUC 4.2.4062-24 "Izmeneniya № 1 v MUK 4.2.3746-22 "Organizatsiya i provedenie laboratornoi diagnostiki kholery v

- laboratoriyakh razlichnogo urovnya"", (approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare on September 27, 2024). Available from: http://35.rospotrebnadzor.ru/Default.aspx?mnu=36983034eed44e1abfa31494 cbc5ddf5 Accessed: 15 Jun 2024. (In Russ.)
- **6.** MUC 4.2.4030-24 "Izmeneniya № 1 v MUK 4.2.3745-22 "Metody laboratornoi diagnostiki kholery"" (approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare on May 31, 2024). Available from: https://fbu3hmao.ru/2024/pdf/met/MUK-4.2.4030_24.pdf Accessed: 15 Jun 2024. (In Russ.)
- 7. MUC 4.2.3746-22 "Organizatsiya i provedenie laboratornoi diagnostiki kholery v laboratoriyakh razlichnogo urovnya. 4.2. Metody kontrolya. Biologicheskie i mikrobiologicheskie faktory" (approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights

Protection and Human Welfare on May 12, 2022). Available from: https://docs.cntd.ru/document/350414419 Accessed: 15 Jun 2024. (In Russ.)

- **8.** Titova SV, Monakhova EV, Alekseeva LP, Pisanov RV. Molecular genetic basis of biofilm formation as a component of Vibrio cholera persistence in water reservoirs of Russian Federation. *Ecological Genetics*. 2018;16(4):23–32. doi: 10.17816/ecogen16423-32
- **9.** Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated 05/24/2023 No. 7 "O dopolnitel'nykh merakh po profilaktike kholery v Rossiiskoi Federatsii". Available from: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202306230008 Accessed: 15 Jun 2024. (In Russ.)
- **10.** Popova AYu, Noskov AK, Ezhlova EB, et al. Retrospective analysis of the cholera situation in the Donbass region, Zaporozhye and Kherson regions. *Public Health and Life Environment*. 2023;31(11):82–93. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-82-93
- **11.** Noskov AK, Kruglikov VD, Moskvitina EA, et al. Cholera: analysis and assessment of epidemiological situation around the world and in Russia (2013–2022). Forecast for 2023. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2023;(1):56–66. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2023-1-56-66
- **12.** Africa CDC Weekly Event Based Surveillance Report, November. 2024. Available from: https://africacdc.org/download/africacdc-weekly-event-based-surveillance-report-november-2024/Accessed: 15 Jun 2024.

- **13.** Afghanistan: Infectious Disease Outbreaks Epidemiological Week #43 (20–26 Oct 2024). Situation Report #43. Available from: https://reliefweb.int/report/afghanistan/afghanistan-infectious-disease-outbreaks-epidemiological-week-43-20-26-oct-2024-situation-report-43 Accessed: 15 Jun 2024.
- **14.** Communicable disease threats report, 19–25 October 2024, week 43. Available from: https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/communicable-disease-threats-report-week-43-2024.pdf Accessed: 15 Jun 2024.
- **15.** Monakhova EV, Ghosh A, Mutreja A, et al. Endemic cholera in India and imported cholera in Russia: What is common? *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2020;(3):17–26. doi: 10.21055/0370-1069-2020-3-17-26
- **16.** Men'shikova YeA, Arkhangel'skaya IV, Levchenko DA, et al. Influence of temperature fluctuations of water from surface reservoirs of the city of Rostov-on-Don on the circulation of Vibrio cholera. *Vestnik biotekhnologii i fiziko-khimicheskoi biologii im. Yu.A. Ovchinnikova.* 2018;4(4):14–20. EDN: UYCSKY
- **17.** Kurbatova EM, Menshikova EA, Arkhangelskaya IV, et al. Features of seasonal circulation of Vibrio cholerae in surface water bodies of Rostov-on-Don. *Bacteriology*. 2019;4(2):21–26. doi: 10.20953/2500-1027-2019-2-21-26
- **18.** Popova AYu, Noskov AK, Ezhlova EB, et al. Epidemiological situation on cholera in the Russian Federation in 2023 and forecast for 2024. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2024;(1):76–88. (In Russ.) doi: 10.21055/0370-1069-2024-1-76-88

ОБ АВТОРАХ

* Савина Изабелла Витальевна;

адрес: Россия, 344002, Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, д. 117/40; ORCID: 0000-0002-6825-1135;

eLibrary SPIN: 5466-4980;

e-mail: bella.moiseenko@yandex.ru

Кругликов Владимир Дмитриевич, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0002-6540-2778; eLibrary SPIN: 9767-2936;

e-mail: kruglikov vd@antiplague.ru

Гаевская Наталья Евгеньевна, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-0762-3628; eLibrary SPIN: 3143-4788;

e-mail: gaevskaya_ne@antiplague.ru

Монахова Елена Владимировна, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0002-9216-7777; eLibrary SPIN: 3091-5680;

e-mail: monakhova_ev@antiplague.ru

Водопьянов Алексей Сергеевич, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-9056-3231; eLibrary SPIN: 7319-3037;

e-mail: vodopyanov_as@antiplague.ru

Носков Алексей Кимович, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0003-0550-2221; eLibrary SPIN: 5378-3729; e-mail: noskov-epid@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

AUTHORS' INFO

* Isabella V. Savina;

address: 117/40 M. Gorky st. Rostoy-on-Don. Russia. 344002:

ORCID: 0000-0002-6825-1135; eLibrary SPIN: 5466-4980;

e-mail: bella.moiseenko@yandex.ru

Vladimir D. Kruglikov, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-6540-2778; eLibrary SPIN: 9767-2936;

e-mail: kruglikov_vd@antiplague.ru

Natalia E. Gaevskaya, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-0762-3628; eLibrary SPIN: 3143-4788;

e-mail: gaevskaya_ne@antiplague.ru

Elena V. Monakhova, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-9216-7777;

eLibrary SPIN: 3091-5680;

e-mail: monakhova_ev@antiplague.ru

Alexey S. Vodopyanov, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-9056-3231;

eLibrary SPIN: 7319-3037;

e-mail: vodopyanov_as@antiplague.ru

Aleksey K. Noskov, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-0550-2221;

eLibrary SPIN: 5378-3729;

e-mail: noskov-epid@mail.ru