

DOI: 10.21055/0370-1069-2025-3-93-98

УДК 616.932:579(470)

Н.Е. Гаевская, Ю.В. Сизова, А.В. Тюрина, М.П. Погожова, В.Д. Кругликов, О.А. Богдан

**Фаготипирование штаммов холерных вибрионов O1-серогруппы, выделенных из объектов окружающей среды на территории Российской Федерации в 2024 г.***ФКУЗ «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт», Саратов, Российская Федерация*

Холера остается актуальным инфекционным заболеванием, требующим особой настороженности специалистов системы здравоохранения и санитарно-эпидемиологической службы. Особый интерес представляют отслеживание вероятного распространения штаммов при завозе, выявление связи между эпидемическими вспышками или единичными случаями заболевания и оценка происхождения выделенных штаммов. Одним из инструментов решения таких задач является фаготипирование. **Цель** исследования – провести фаготипирование штаммов холерных вибрионов O1-серогруппы, поступивших в Референс-центр по мониторингу за холерой в 2024 г. **Материалы и методы.** В работе использовали 300 нетоксигенных штаммов *Vibrio cholerae* O1 El Tor, выделенных в течение 2024 г. из объектов окружающей среды в различных регионах Российской Федерации при проведении мониторинговых исследований на холеру. Определена чувствительность к бактериофагам диагностическим классическому, эльтор, типизирующим и экспериментальным фаговым коктейлям. **Результаты и обсуждение.** Исследования показали, что 100 % штаммов устойчивы к классическому диагностическому холерному бактериофагу, в то время как к фагу эльтор чувствительны 17 %. Применение типизирующих холерных бактериофагов позволило определить фаготипы 11 культур (в г. Ростове-на-Дону – одиннадцатый, в г. Элисте Республики Калмыкия – четвертый и первый, в Донецкой Народной Республике – двенадцатый, в Херсонской области – семнадцатый), что составило 5,6 % от общего количества. При этом выявлены фаготипы, не встречавшиеся ранее на территориях данных субъектов РФ, что свидетельствует о завозном характере выделенных штаммов. Чувствительными к компонентам экспериментальных фаговых коктейлей K1 и K2 оказались 42 культуры (K1 – 8 %, K2 – 6 % всех штаммов). Результаты проведенных исследований свидетельствуют о нарастании фагоустойчивости выделяемых штаммов холерных вибрионов и актуальности регулярного поиска новых бактериофагов с оценкой возможности их использования в качестве компонентов диагностических и профилактических препаратов.

*Ключевые слова:* холера, мониторинг, бактериофаги, фаготипирование.

*Корреспондирующий автор:* Сизова Юлия Владимировна, e-mail: sizova\_yuv@antiplague.ru.

*Для цитирования:* Гаевская Н.Е., Сизова Ю.В., Тюрина А.В., Погожова М.П., Кругликов В.Д., Богдан О.А. Фаготипирование штаммов холерных вибрионов O1-серогруппы, выделенных из объектов окружающей среды на территории Российской Федерации в 2024 г. *Проблемы особо опасных инфекций.* 2025; 3:93–98. DOI: 10.21055/0370-1069-2025-3-93-98

*Поступила 13.05.2025. Принята к публикации 23.05.2025.*

N.E. Gaevskaya, Yu.V. Sizova, A.V. Tyurina, M.P. Pogozhova, V.D. Kruglikov, O.A. Bogdan

**Phage Typing of Cholera Vibrio Strains of Serogroup O1, Isolated in the Territory of the Russian Federation in 2024***Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation*

**Abstract.** Currently, cholera remains a relevant infectious disease that requires special vigilance from healthcare professionals and sanitary-epidemiological services. In this regard, the ability to track the likely spread of strains when imported, identify the link between epidemic outbreaks or isolated cases of the disease, and assess the origin of the isolated strains is of particular interest. Phage typing is one of the tools for solving such problems. **The aim** was to conduct phage typing of strains of cholera vibrios of serogroup O1 received by the Reference Center for Cholera Monitoring in 2024. **Materials and methods.** The work used 300 non-toxigenic strains of *Vibrio cholerae* O1 El Tor, isolated from environmental objects in various regions of the Russian Federation during monitoring studies for cholera in 2024. Sensitivity to diagnostic bacteriophages classical, El Tor, typing and experimental phage cocktails was determined. **Results and discussion.** The studies have shown that 100 % of the strains were resistant to the classic diagnostic cholera bacteriophage, while 17 % were sensitive to the El Tor phage. The use of typing cholera bacteriophages made it possible to determine the phage types of 11 cultures (in Rostov-on-Don – the eleventh one, in Elista, Republic of Kalmykia – the fourth and first ones, in the Donetsk People’s Republic – the twelfth, in the Kherson Region – the seventeenth), which amounted to 5.6 % of the total. At the same time, phage types were identified that had not previously been encountered in the territories of these entities of the Russian Federation, which indicates the imported nature of the isolated strains. 42 cultures were sensitive to the components of the experimental phage cocktails K1 and K2 (K1 – 8 %, K2 – 6 % of all strains). The results of the conducted studies indicate an increase in the phage resistance of the isolated strains of cholera vibrios and the relevance of a regular search for new bacteriophages with an assessment of the possibility of their use as components of diagnostic and prophylactic drugs.

*Key words:* cholera, monitoring, bacteriophages, phage typing.

*Conflict of interest:* The authors declare no conflict of interest.

*Funding:* The authors declare no additional financial support for this study.

Corresponding author: Yulia V. Sizova, e-mail: sizova\_yuv@antiplague.ru.

Citation: Gaevskaya N.E., Sizova Yu.V., Tyurina A.V., Pogozhova M.P., Kruglikov V.D., Bogdan O.A. Phage Typing of Cholera *Vibrio* Strains of Serogroup O1, Isolated in the Territory of the Russian Federation in 2024. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2025; 3:93–98. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2025-3-93-98

Received 13.05.2025. Accepted 23.05.2025.

Gaevskaya N.E., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0762-3628>

Sizova Yu.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-7767>

Tyurina A.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9359-3997>

Pogozhova M.P., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9779-3577>

Kruglikov V.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6540-2778>

Bogdan O.A., ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0502-8727>

Холера, оставаясь на сегодняшний день актуальным для многих стран мира особо опасным инфекционным заболеванием, в связи с угрозой межконтинентальных, межгосударственных и внутригосударственных завозов инфекции с эндемичных территорий, с сохраняющейся неблагоприятной эпидемической ситуацией на фоне регистрации эпидемий и крупных вспышек, обусловленных чрезвычайными ситуациями природного (землетрясения, наводнения и др.) и социального (войны, политическая нестабильность, миграция населения и др.) происхождения, требует особой настороженности специалистов системы здравоохранения и санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации. Наряду с этим из водных объектов окружающей среды (ООС) субъектов РФ происходит выделение нетоксигенных холерных вибрионов O1-серогруппы [1]. В связи с этим важными задачами являются возможность отслеживания вероятного распространения штаммов при завозе, выявление связи между эпидемическими вспышками или единичными случаями заболевания и оценка происхождения новых штаммов.

Одним из инструментов решения таких задач является фаготипирование, основанное на взаимодействии возбудителя холеры со специфическими холерными бактериофагами. Оно позволяет проводить внутривидовую дифференциацию бактерий, а поскольку фаготип бактериальных штаммов достаточно стабилен – становится важным инструментом при проведении эпидемиологического расследования. При помощи фагового маркирования можно установить связи между отдельными случаями заболевания и выявить источники инфекции, а также пути ее распространения.

Этот метод является самым старым из множества других методов для дифференциации вибрионов. Он был представлен в 1950-х гг. S. Mukerjee в Индии и P. Nicolle во Франции. Для классификации вибрионов классического и El Tor биотипов было разработано несколько схем фаготипирования, основанных на различных наборах литических фагов. Наибольшее распространение получила схема S. Basu и S. Mukerjee, позволяющая дифференцировать штаммы биоваров Эль Тор на шесть и классического – на пять фаготипов на основе взаимодействия выделенных культур с пятью холерными бактериофагами (I–V) [2–4]. В 1993 г. D.J. Chattopadhyay et al., проанализировав данные типирования выделенных штаммов холерных вибрионов с 1968 по 1990 г. и обнаружив, что схема потеряла актуальность, предложили добавить в нее еще пять полученных в ла-

боратории новых бактериофагов (M4 или ICP1, D10, N4, S5, S20). Новая схема из 10 фагов (5 новых фагов и 5 фагов S. Basu и S. Mukerjee) разделяла 99,6 % штаммов *Vibrio cholerae* биовара Эль Тор на 146 фаготипов [5]. Практически одновременно индийскими учеными в Национальном институте холеры и кишечных заболеваний была разработана новая схема фаговой типизации для *V. cholerae* O1, включающая 5 новых фагов (B1, B2, B3, B4 и B5), позволяющая разделить штаммы биовара Эль Тор на 7 фаготипов [6]. Фаги изучались параллельно с вибрионами, что обеспечило возможность проведения более быстрой идентификации и дифференциации выделяемых штаммов возбудителя холеры. Однако единой международной схемы не существует, что связано с природой самих фагов и использованием в разных странах различных типизирующих наборов.

Так, в Китае с 70-х гг. прошлого века использовался свой набор фагов для определения серовара, биовара, а также для фаготипирования – бактериофаги VP1 – VP5, с помощью которых определяется 32 фаготипа *V. cholerae* биовара Эль Тор [7].

В России в 1970-х гг. сотрудниками Ростовского-на-Дону противочумного института М.С. Дрожжевиной и Ю.И. Арутюновым была разработана методика и схема фаготипирования штаммов холерных вибрионов O1-серогруппы с использованием набора фагов, включающего три фага S. Mukerjee (I, II, IV) и три новых фага (3900, 455, 7227). Позднее в нее был добавлен еще один бактериофаг из набора S. Mukerjee (III). В 1985 г. этот набор бактериофагов признан ВОЗ лучшим в мире [2, 8]. Данная схема, позволяющая выделить 20 фаготипов *V. cholerae* O1, используется для фаготипирования и в настоящее время. В лаборатории бактериофагов ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора проводится фаготипирование всех штаммов *V. cholerae* O1, выделенных на территории РФ и поступающих на идентификацию в Референс-центр по мониторингу за холерой, функционирующий на базе института.

Так, результаты фаготипирования холерных вибрионов O1, выделенных на территории РФ из ООС в 2001–2023 гг., свидетельствуют о преимущественном распространении 15-го фаготипа, который определялся у культур, выделенных в 11 субъектах. В семи субъектах преобладал 16-й фаготип, в шести – 13-й, в четырех – 14-й, остальные фаготипы были представлены единичными штаммами. Следует отметить, что на фоне преобладания 15-го фаготипа среди штаммов холерных вибрионов Эль Тор, выделенных в этот период на территории РФ, с 2015 г.

началось распространение 11-го фаготипа холерных вибрионов [9].

В 2024 г. в различных регионах Российской Федерации при проведении мониторинговых исследований на холеру из ООС выделены новые штаммы холерных вибрионов, всесторонняя характеристика которых включает проведение фаготипирования, что и обусловило актуальность настоящего исследования.

**Цель** исследования – провести фаготипирование штаммов холерных вибрионов O1-серогруппы, поступивших в Референс-центр по мониторингу холеры на базе ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора в 2024 г.

### Материалы и методы

В работе использовали 300 нетоксигенных штаммов *V. cholerae* O1 El Tor, выделенных в течение 2024 г. из ООС в различных регионах Российской Федерации при проведении мониторинговых исследований на холеру. Для определения чувствительности полученных культур к холерным бактериофагам использовали стандартный метод (МР 4.2.0263-21 «Методы работы с бактериофагами микроорганизмов I–IV групп патогенности»). Для определения био-вара в работе применяли препараты «Бактериофаги диагностические холерные классический и эльтор» производства ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора. Для типирования штаммов применяли набор бактериофагов М.С. Дрожевкиной и Ю.И. Арутюнова, представленный семью холерными фагами [10], а также два экспериментальных фаговых коктейля, разработанных в качестве диагностических препаратов во ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора (К1, содержащий бактериофаги Ростов-1, Ростов-13, и К2, содержащий бактериофаги Ростов-М3 и Ростов-13). В качестве контрольных штаммов использовали *V. cholerae classical* 145, *V. cholerae* El Tor 75. Результаты учитывали через 18–20 часов инкубации при 37 °С по наличию зоны просветления не менее чем на два креста.

### Результаты и обсуждение

Полученные из Референс-центра по мониторингу холеры на фаготипирование штаммы холерных вибрионов были выделены из ООС в различных регионах Российской Федерации: в Ростовской области изолировано 34 штамма (в том числе из водных объектов г. Ростова-на-Дону: реки Дон и Темерник – 19; Ростовской области: р. Большой Несветай, Грушевское сельское поселение – 10, ст. Елизаветинская – 2, с. Каменно-Андриановка – 3); в Краснодарском крае – 219 (г. Сочи – 218 штаммов): реки Мацеста, Агура, Мзымта, Черное море вблизи от мест впадения рек, а также 1 штамм из г. Новороссийска); в Республике Калмыкия – 21 (из

реки Элистинки – 2 и прудов Колонский, Заячий, Сайгачонок – 19), в Донецкой Народной Республике (ДНР) – 6 (из прудов и водохранилищ); в Иркутской области – 6 (из рек Иркут и Ангара); в Херсонской области – 6; в Забайкальском крае – 3 (реки Чита и Борзя) и по 1 штамму из рек в Псковской, Тверской, Запорожской областях, Приморском и Пермском краях.

Штаммы холерных вибрионов на территории Ростовской области были изолированы в разные месяцы: 4 – в мае (Ростов-на-Дону), 11 – в июне (Ростов-на-Дону), 3 – в июле (Ростов-на-Дону, ст. Елизаветинская), 3 – в августе (Ростов-на-Дону), 3 – в сентябре (с. Каменно-Андриановка Матвеево-Курганского района) и 10 – в октябре (Грушевское сельское поселение) (рис. 1).

Из выделенных культур 24 отнесены к серовару Огава и 10 – к Инаба. Причем в Ростове-на-Дону в мае и июне выделялись культуры обоих сероваров: в р. Темерник – Огава, в р. Дон – Инаба, в то время как в июле и августе в тех же объектах обнаружены культуры, относящиеся только к серовару Огава (как и в других населенных пунктах Ростовской области).

При оценке чувствительности к холерным бактериофагам отмечено, что все выделенные штаммы были резистентны к классическому фагу. Восприимчивостью к фагу эльтор обладали только 11 штаммов, что составило 30 % от общего числа выделенных культур, 10 из которых относились к серовару Огава. Одиннадцатый фаготип удалось установить у 5 культур (15 %), выделенных из водных объектов Ростова-на-Дону (преимущественно из р. Темерник) в разные месяцы. При использовании экспериментальных фаговых коктейлей обнаружено, что к К1 чувствительны все штаммы *V. cholerae*, выделенные в Ростове-на-Дону с мая по июль, в то время как штаммы из других водных объектов и выделенные в более поздние сроки были к нему резистентны. Что касается К2, то основная масса культур обладала устойчивостью к воздействию фагов, входящих в состав коктейля.

Интерес представляли холерные вибрионы, выделяемые с начала октября из р. Большой Несветай в районе Грушевского сельского поселения Ростовской

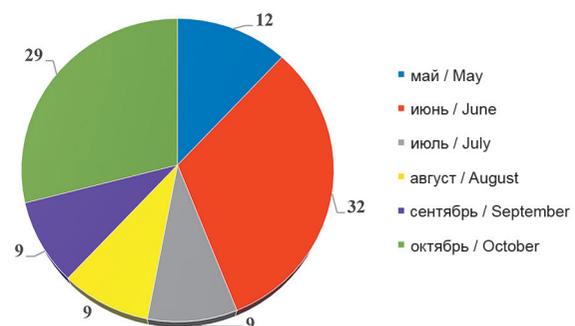


Рис. 1. Выделение культур холерных вибрионов в Ростовской области (ранжирование по месяцам), %

Fig. 1. Isolation of cholera vibrio cultures in the Rostov Region (ranking by month), %

области, поскольку в середине месяца у выделяемых культур появилась чувствительность к фагам K2, притом что они были резистентны к диагностическим холерным бактериофагам классическому и эльтор. При изучении генотипов выделяемых холерных вибрионов установлено, что фагочувствительные штаммы относились к другой генетической линии, кардинально отличающейся от вариантов, выделяемых в данном месте ранее.

Из водных объектов Республики Калмыкия (г. Элиста, река Элистинка, пруды Колонский, Заячий и Сайгачонок), относящейся к территориям II типа по эпидемическим проявлениям холеры, с июня по сентябрь 2024 г. были выделены штаммы *V. cholerae* O1: в июне – 6 штаммов, июле – 8, августе – 4, сентябре – 3 (рис. 2).

Из 21 культуры четыре отнесены к серовару Инаба, остальные – к Огава. Интерес представляют два штамма, выделенные в один день в начале июня из пруда Заячий (северный берег): они были отнесены к разным серовариантам, обладали разной чувствительностью к холерным бактериофагам (штамм серовара Огава – чувствителен к диагностическому фагу эльтор, типизирующим фагам – относился к 4-му фаготипу и фагам K1, в то время как культура, отнесенная к Инаба, была резистентна ко всем фагам, кроме K1).

Определение чувствительности к холерным бактериофагам показало, что выделенные на данной территории штаммы резистентны к классическому фагу. Восприимчивостью к диагностическому фагу эльтор обладали только пять штаммов (относились к серовару Огава), что составило около 24 % от общего числа выделенных культур. Фаготип был установлен у четырех штаммов: у двух – 4-й, у двух – 1-й. Оба фаготипа обычно соответствуют холерным вибрионам классического варианта. Причем 4-й фаготип определялся у штаммов, выделенных из воды пр. Заячий, а 1-й – у штаммов из пр. Сайгачонок. Интересным представляется факт, что 1-й фаготип ранее не обнаруживался на данной территории, что указывает на завозной характер штаммов. При использовании экспериментальных фаговых коктейлей

обнаружено, что к K1 и K2 чувствительны практически все штаммы, выделенные в июне и июле, а культуры, изолированные в более поздние сроки, были резистентны.

Практически все культуры холерных вибрионов на территории новых регионов выделены в конце июля – августе 2024 г. В целом все культуры данных территорий резистентны к классическому фагу и 48 % чувствительны к фагу эльтор.

В ДНР в г. Донецке из пруда Молодежный и городского пруда № 3 изолировано 6 штаммов серовара Огава. Определить фаготип получилось только у одного штамма – 12-й. Интересным представляется тот факт, что более ранние штаммы были чувствительны к фагу эльтор и типизирующим фагам, но устойчивы к фагам, входящим в состав экспериментальных коктейлей. В то же время штаммы, выделенные через три дня из тех же точек, наоборот, стали чувствительны к K2, но резистентны к коммерческим и типизирующим холерным фагам.

В Херсонской области в местах неорганизованного водопользования с. П. Покровская, п.т.г. Ивановка и Н. Серогозы изолированы 6 штаммов, один из которых агглютинировался как Инаба и лизировался фагами K1. Типировался один штамм, относящийся к серовару Огава и чувствительный к фагу эльтор. Остальные штаммы были резистентны ко всем бактериофагам.

В Запорожской области из озера Горячка выделен 1 штамм Огава, относящийся к 17-му фаготипу, но устойчивый к коммерческим диагностическим фагам.

Из Иркутской области для фаготипирования поступило 6 культур холерных вибрионов. Они агглютинировались холерной диагностической сывороткой Инаба, были резистентны к типизирующим, классическому бактериофагам и слабо лизировались фагом эльтор. С фаговым коктейлем K2 наблюдался лизис на один-два креста.

Три поступивших из Забайкальского края штамма холерных вибрионов (из воды рек Чита и Борзя) относились к серовару Инаба и были резистентны ко всем используемым в диагностике бактериофагам.

Штаммы из Псковской (р. Великая), Тверской (р. Волга) областей оказались резистентны к типизирующим, классическому бактериофагам и слабо лизировались фагом эльтор. Культура серовара Инаба, выделенная в Приморском крае (Японское море, бухта Новик на о. Русский), не лизировалась бактериофагами.

В Краснодарском крае в 2024 г. наблюдалось обострение эпидемической ситуации, разгар которой пришелся на середину туристического сезона (июль – август). На фаготипирование поступило 218 штаммов *V. cholerae* O1, выделенных на территории г. Сочи из рек Мацеста – 120, Агура – 87, Мзымта – 2, Черного моря – 9 (рис. 3).

Все выделенные культуры относились к серовару Огава и были резистентны к классическому

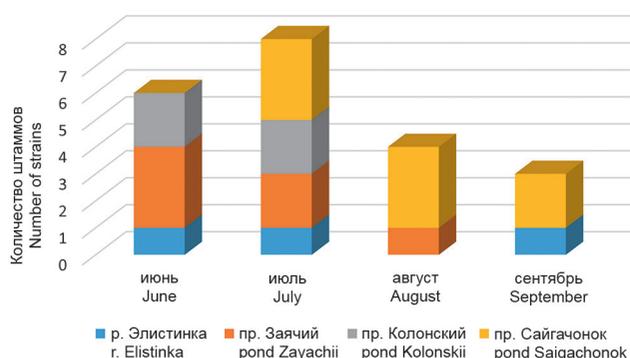


Рис. 2. Периоды выделения культур холерных вибрионов, поступивших на фаготипирование из Республики Калмыкия

Fig. 2. Periods of isolation of cholera vibrio cultures received for phage typing from the Republic of Kalmykia

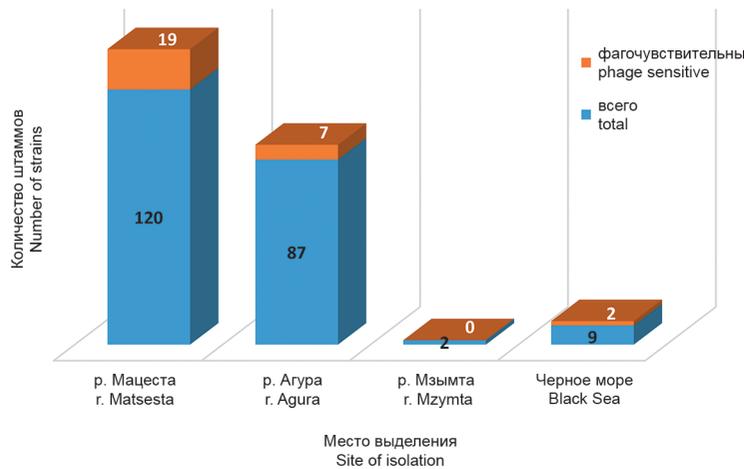


Рис. 3. Распределение по месту выделения культур в Краснодарском крае

Fig. 3. Distribution by site of culture isolation in Krasnodar Territory

диагностическому бактериофагу и фаговым коктейлям K1 и K2. В разной степени чувствительными к эльтор и отдельным типизирующим фагам оказались 28 штаммов, что составило 13 % от общего числа выделенных культур (рис. 3). Определить принадлежность к какому-либо фаготипу не удалось. Интересным представляется штамм, выделенный в Черном море в июле, отличающийся по фаговому профилю от остальных: лизируется фагом эльтор до ДРТ ( $10^{-3}$ ), а также K1 и K2 на два-три креста.

Таким образом, подводя итог проведенной работе по фаготипированию 300 нетоксигенных штаммов *V. cholerae* O1 El Tor, выделенных из ООС различных регионов Российской Федерации при проведении мониторинговых исследований на холеру в течение 2024 г., отмечено, что 100 % штаммов устойчивы к классическому диагностическому холерному бактериофагу, в то время как к фагу эльтор чувствительны 17 %. Применение типизирующих холерных бактериофагов позволило определить фаготипы 11 культур (в Ростове-на-Дону – 11-й, в Элисте Республики Калмыкия – 4-й и 1-й, в ДНР – 12-й, в Херсонской области – 17-й), что составило 3,6 % от общего количества. При этом выявлены фаготипы, не встречавшиеся ранее на территориях данных субъектов РФ, что свидетельствует о завозном характере выделенных штаммов. Чувствительными к компонентам экспериментальных фаговых коктейлей K1 и K2 оказались 42 культуры (K1 – 8 %, K2 – 6 % всех штаммов). В отдельных случаях с помощью фаговых коктейлей удалось типировать большее количество штаммов, чем при использовании коммерческих и типизирующих холерных бактериофагов, что позволяет рассматривать их как возможные компоненты диагностических препаратов. Исследования показали нарастающую фагоустойчивость вновь выделяемых штаммов холерных вибрионов и актуальность регулярного поиска новых бактериофагов с оценкой возможности их использования в качестве компонентов диагностических и профилактических препаратов.

**Конфликт интересов.** Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии дополнительного финансирования при проведении данного исследования.

### Список литературы

1. Попова А.Ю., Носков А.К., Ежлова Е.Б., Кругликов В.Д., Монахова Е.В., Чемисова О.С., Лопатин А.А., Иванова С.М., Подойнищина О.А., Водопьянов А.С., Левченко Д.А., Савина И.В. Эпидемиологическая ситуация по холере в Российской Федерации в 2023 г. и прогноз на 2024 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024; (1):76–88. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-1-76-88.
2. Ломов Ю.М., Сомова А.Г., Кудрякова Т.А. Холерные фаги. Ростов н/Д: 1990. 160 с.
3. Rouard C., Njamkepo E., Quilici M.-L., Weill F.X. Contribution of microbial genomics to cholera epidemiology. *C. R. Biol.* 2022; 345(1):37–56. DOI: 10.5802/crbio.77.
4. Rowe B., Frost J.A. Vibrio phages and phage-typing. In: Barua D., Greenough W.B., editors. *Cholera. Part of Current Topics in Infectious Disease*. Boston; 1992. P. 95–105. DOI: 10.1007/978-1-4757-9688-9\_5.
5. Chattopadhyay D.J., Sarkar B.L., Ansari M.Q., Chakrabarti B.K., Roy M.K., Ghosh A.N., Pal S.C. New phage typing scheme for *Vibrio cholerae* O1 biotype El Tor strains. *J. Clin. Microbiol.* 1993; 31(6):1579–85. DOI: 10.1128/jcm.31.6.1579-1585.1993.
6. Sarkar B.L., De S.P., Saha M.R., Niyogi S.K., Roy M.K. Validity of new phage typing scheme against *Vibrio cholerae* O1 biotype El Tor strains. *Indian J. Med. Res.* 1994; 99:159–61.
7. Челдышова Н.Б., Заднова С.П., Абрамова Е.Г., Никифоров А.К., Девдариани З.Л. Холерные бактериофаги: история открытия, строение и применение. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2024; (4):42–53. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-4-42-53.
8. Дрожькина М.С., Арутюнов Ю.И. Способ фаготипирования холерных вибрионов. Патент SU550850A1, опубл. 23.09.1977. Бюл. № 35.
9. Попова А.Ю., Кутырев В.В., редакторы. Холера: эпидемиология, диагностика, клиника, лечение, профилактика. Ростов н/Д: ООО «Мини-Тайп»; 2024. 718 с.
10. Дрожькина М.С., Арутюнов Ю.И., составители. Методические рекомендации по фаготипированию холерных вибрионов. М.; 1983. 10 с.

### References

1. Popova A. Yu., Noskov A. K., Ezhlova E. B., Kruglikov V. D., Monakhova E. V., Chemisova O. S., Lopatin A. A., Ivanova S. M., Podoynitsyna O. A., Vodopyanov A. S., Levchenko D. A., Savina I. V. Epidemiological situation on cholera in the Russian Federation in 2023 and forecast for 2024. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2024; (1):76–88. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-1-76-88.
2. Lomov Yu. M., Somova A. G., Kudryakova T. A. Cholera Phages. Rostov-on-Don; 1990. 160 p.
3. Rouard C., Njamkepo E., Quilici M.-L., Weill F.X. Contribution of microbial genomics to cholera epidemiology. *C. R. Biol.* 2022; 345(1):37–56. DOI: 10.5802/crbio.77.
4. Rowe B., Frost J.A. Vibrio phages and phage-typing. In: Barua D., Greenough W.B., editors. *Cholera. Part of Current Topics in Infectious Disease*. Boston; 1992. P. 95–105. DOI: 10.1007/978-1-4757-9688-9\_5.

5. Chattopadhyay D.J., Sarkar B.L., Ansari M.Q., Chakrabarti B.K., Roy M.K., Ghosh A.N., Pal S.C. New phage typing scheme for *Vibrio cholerae* O1 biotype El Tor strains. *J. Clin. Microbiol.* 1993; 31(6):1579–85. DOI: 10.1128/jcm.31.6.1579-1585.1993.

6. Sarkar B.L., De S.P., Saha M.R., Niyogi S.K., Roy M.K. Validity of new phage typing scheme against *Vibrio cholerae* O1 biotype El Tor strains. *Indian J. Med. Res.* 1994; 99:159–61.

7. Cheldyshova N.B., Zadnova S.P., Abramova E.G., Nikiforov A.K., Devdariani Z.L. Cholera bacteriophages: history of discovery, structure and application. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2024; (4):42–53. DOI: 10.21055/0370-1069-2024-4-42-53.

8. Drozhevskina M.S., Arutyunov Yu.I. Method for phage typing of cholera vibrios. Patent SU550850A1, published 23 Sept 1977. Bulletin No. 35.

9. Popova A.Yu., Kutuyev V.V., editors. Cholera: Epidemiology, Diagnostics, Clinical Picture, Treatment, Prevention. Rostov-on-Don: LLC “Mini-Type”; 2024. 718 p.

10. Drozhevskina M.S., Arutyunov Yu.I., compilers. Methodical Recommendations for Phage Typing of Cholera Vibrios. Moscow; 1983. 10 p.

**Authors:**

Gaevskaya N.E., Sizova Yu.V., Tyurina A.V., Pogozhova M.P., Kruglikov V.D., Bogdan O.A. Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute. 117/40, M. Gor'kogo St., Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation. E-mail: plague@aaanet.ru.

**Об авторах:**

Гаевская Н.Е., Сизова Ю.В., Тюрин А.В., Погужова М.П., Кругликов В.Д., Богдан О.А. Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт. Российская Федерация, 344002, Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 117/40. E-mail: plague@aaanet.ru.