

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-4-25-33>

Современные эпидемиолого-эпизоотологические особенности природных очагов туляремии на Алтае

Е. С. Куликалова^{*1}, А. В. Мазепа¹, А. В. Холин¹, А. К. Сынгеева¹, Е. С. Полковников², В. А. Шестаков², В. В. Шефер², Л. А. Фомина², А. И. Мищенко², С. В. Балахонов¹

¹ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора, Иркутск

²ФКУЗ «Алтайская противочумная станция» Роспотребнадзора, г. Горно-Алтайск

Резюме

Актуальность. Природные очаги туляремии широко распространены в Алтайском крае и Республике Алтай и характеризуются высокой функциональной устойчивостью. **Цель.** Изучить современные эпидемиологические и эпизоотологические особенности природных очагов туляремии на территории Алтайского региона. **Материалы и методы.** Рассмотрено современное состояние численности мелких млекопитающих на территории региона. Представлены результаты комплексного изучения 14 штаммов туляремийного микроба, выделенных в Республике Алтай с 1950 по 2015 гг. (получены из коллекции музея живых культур ФКУЗ Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора) и 26 штаммов, выделенных в 2016–2018 гг. в Алтайском регионе. **Результаты и обсуждение.** Впервые возбудитель туляремии на данной территории был выделен в 40-х годах XX века. Описаны природные очаги предгорно-ручьевого, пойменно-болотного, лесного и высокогорного типов на территории Алтайского региона, очаги полигостальны. Основную эпидемиологически значимую роль как источник инфекции в этих очагах играет водяная полевка (*Arvicola amphibius*), в качестве переносчика – иксодовые клещи. В настоящее время на территории Алтая циркулирует *Francisella tularensis holarctica*, а с 2011 г. – дополнительно *F. tularensis mediasiatica*. **Выводы.** Функционирование природного очага туляремии на территории Алтайского региона в современный период характеризуется сопряженной циркуляцией возбудителя туляремии двух подвидов, спорадическими случаями заболеваний туляремией и инфицированием возбудителем объектов окружающей среды (кровососущие членистоногие, вода открытых водоемов, мелкие млекопитающие). Все это указывает на высокую активность природных очагов в отношении этой особо опасной природно-очаговой инфекции.

Ключевые слова: *Francisella tularensis*, *holarctica*, *mediasiatica*, очаги туляремии, клещи, водяная полевка, Алтайский регион
Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Куликалова Е. С., Мазепа А. В., Холин А. В. и др. Современные эпидемиолого-эпизоотологические особенности природных очагов туляремии на Алтае. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2019; 18 (3): 25–33. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-4-25-33>.

Present-Day Epidemiological-Epizootological Peculiarities of Natural Tularemia Foci in Altai

E. S. Kulikalova^{**1}, A. V. Mazepa¹, A. K. Syngееva¹, E. S. Polkovnikov², V. A. Shestakov², V. V. Shefer², L. A. Fomina², A. I. Mishenko², S. V. Balakhonov¹

¹Irkutsk Antiplague Research Institute of Rospotrebnadzor, Irkutsk

²Altai Antiplague Station of Rospotrebnadzor

Abstract

Relevance Natural tularemia foci are widespread in Altai Krai and Republic Altai and characterized by high functional stability. **Aim.** To study modern epidemiological and epizootological features of natural foci of tularemia in the Altai region Russia. **Materials and Methods** The current state of small mammal number in the region is examined. Results of complex studying of 14 *Francisella tularensis* strains isolated in Republic Altai from 1950 to 2015 (from the collection of Museum of live cultures in Irkutsk Antiplague Research Institute of Rospotrebnadzor) and 21 strains isolated in 2016–2018 in the Altai region are presented. For the first time the tularemia causative agent was isolated at this territory in 1940s. Water vole (*Arvicola amphibius*) is the most epidemiologically significant as the infection source in these foci. Ixodes ticks: *Dermacentor silvarum*, *D. reticulatus*, *D. marginatus*, *Haemaphysalis concinna*,

* Для переписки: Куликалова Елена Станиславовна, к.м.н., старший научный сотрудник отдела эпидемиологии Иркутского научно-исследовательского противочумного института, 664047, Иркутск, ул. Трилисера, 78. +7 3952 220135, e.kulikalova@yandex.ru. ©Куликалова Е.С. и др.

** For correspondence: Kulikalova Elena S., Cand. Sci. (Med.), senior researcher of Irkutsk Antiplague Research Institute, Trilissera St. 78, Irkutsk, Russian Federation 664047, +7 3952 220135, e.kulikalova@yandex.ru. ©Kulikalova Elena S. et al.

Ixodes persulcatus are the main vectors. Now *Francisella tularensis* subspecies *holarctica* circulates at Altai territory, and since 2011 additionally *F. tularensis mediasiatica*. **Conclusions** The functioning of the natural center of tularemia in the territory of the Altai region in the modern period is characterized by coupled circulation of the causative agent of tularemia of two subspecies, sporadic cases of tularemia diseases and infection by the causative agent of environmental objects (bloodsucking arthropods, open water, small mammals). All this indicates a high activity of natural foci with respect to this especially dangerous natural focal infection.

Key words: *Francisella tularensis*, *holarctica*, *mediasiatica*, foci of tularemia, ticks, water vole, Altai region

No conflict of interest to declare.

For citation: Kulikalova ES, Mazepa AV, Syngееva AK et al. Present-Day Epidemiological-Epzootological Peculiarities of Natural Tularemia Foci in Altai. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2019; 18 (3): 25–33. (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-4-25-33>.

Введение

Туляремия – зоонозная природно-очаговая инфекция. Ее возбудитель способен вызывать единичные и вспышечные заболевания людей. Природные очаги туляремии распространены в большинстве регионов Российской Федерации. Степень эпизоотологической активности очагов определяется выделением возбудителя, детекцией его ДНК и антигена в объектах окружающей среды, а также регистрацией случаев заболеваемости. Природные очаги туляремии широко распространены в Алтайском регионе, характеризуются высокой функциональной устойчивостью. В связи с этим целесообразно проводить мониторинг их состояния.

Цель – определить современные эпидемиологические и эпизоотологические особенности природных очагов туляремии на территории Алтайского региона.

Материалы и методы

Анализ заболеваемости туляремией на территории Республики Алтай и Алтайского края проведен на основании формы № 2 государственной статистической отчетности «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора за 1999–2018 гг., данных Государственных докладов о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Республики Алтай и Алтайского края за 1999–2018 гг. Изучено 14 штаммов туляремийного микроба, выделенных в Республике Алтай в период с 1950 г. по 2015 г. (получены из коллекции Музея живых культур Иркутского научно-исследовательского противочумного института) и 26 штаммов, выделенных в 2016–2018 гг. в Алтайском регионе РФ (табл. 1). Исследование видовых и подвидовых свойств штаммов проводилось общепринятыми методами, а также с использованием протеометрических и молекулярно-генетических методов.

При обработке материала использован описательно-оценочный и статистический метод исследования. Статистическая обработка данных проведена с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

История очагов туляремии на Алтае.

Природные очаги туляремии широко распространены на территории Республики Алтай и Алтайского края [1–11]. Впервые возбудитель туляремии выявлен на территории Онгудайского района в 1941 г. и в тот год зарегистрированы заболевания людей. От отловленных в окрестностях села зверьков выделены 3 штамма возбудителя туляремии: один – от водяной полевки и два – от длиннохвостых сусликов [12].

За время своего существования ландшафтная типизация природных очагов туляремии, обнаруженных в Алтайском регионе, претерпела ряд изменений. В. П. Боженко [13] впервые описал его как «горно-долинный тип», А. Д. Лебедев [14] предложил термин «предгорно-холмистый ручьевой», С. П. Карпов [15] – «водный», позднее эти названия были заменены Н. Г. Олсуфьевым [10] на «предгорно-ручьевой». А. А. Максимов [8] рассматривал этот очаг как «подтип долинно-ручьевой предгорных и горных районов болотно-озерно-речного типа», но позже высказался за его самостоятельность [9]. Основным носителем возбудителя туляремии с характерной летней эпизоотической активностью здесь является водяная полевка, а в отдельных случаях ондатра (*Ondatra zibethicus*), переносчиками – определенные виды иксодовых клещей. Связь околородных биотопов с многочисленными ручьями и мелкими реками обуславливает основной путь заражения людей – водный, а также трансмиссивный [4,5,8,10,16–22]. Эпизоотии могут регистрироваться в течение всех сезонов, но чаще отмечаются летом [1,7,21,22].

Таким образом, исходя из сложившихся представлений, на территории Алтайского региона выделяют предгорно-ручьевой, пойменно-болотный типы туляремийных очагов [4,5,8,10,16,18,19]. Помимо этого И. И. Ешелкин и Е. П. Михайлов [17] описывают возможность существования на территории горного Алтая туляремийных очагов лесного и высокогорного типов (табл. 2).

Для очагов туляремии предгорно-ручьевого и пойменно-болотного типов характерно большое видовое разнообразие мелких млекопитающих,

Таблица 1. Штаммы *F. tularensis*, взятые в исследованиеTable 1. *F. tularensis* strains tested

Объект выделения Object	Вид объекта Object Type	Место выделения Place of selection	Год выделения Years of selection	Номер штамма Strain number	Число штаммов No of strains
Мелкие млекопитающие Small mammals	Полёвка водяная Water vole <i>Arvicola amphibius</i>	Республика Алтай, Майминский район Maimin District, Republic Altai	1958	И-94 I-94	1
	Мышь полевая Field mouse <i>Apodemus agrarius</i>		1958	И-95 I-95	1
	Суслик длиннохвостый Long-tailed gopher <i>Spermophilus undulatus</i>	Республика Алтай, Кош-Агачский р-он Kosh-Agach District, Republic Altai	1960	И-126 I-126	1
	Полёвка узкочерепная <i>Microtus gregalis</i>		1960	И-127 I-127	1
	Кутора <i>neomys fodiens</i>		1960	И-129 I-129	1
	Бурозубка <i>sorex sp.</i>	Республика Алтай, Майминский р-он Maimin District, Republic Altai	1971	И-283 I-283	1
Клещи Ticks	<i>Haemaphysalis concinna</i>	Республика Алтай, Майминский р-н Maimin District, Republic Altai	1959	И-111 I-111	1
			2015	И-396, И-397 I-396, I-397	2
			2017	105	1
		Республика Алтай, Чойский р-он Choi District Republic Altai	2015	И-398, И-400, И-401 I-398, I-400, I-401	3
			2016	И-438, 92, 144 I-438, 92, 144	3
			2018	132	1
		Алтайский край, Алтайский р-он Altai District, Altai Krai	2016	И-440, 183, 184 I-440, 183, 184	3
			2018	102	1
	<i>Dermacentor silvarum</i>	Республика Алтай, Майминский р-н Maimin District, Republic Altai	1960	И-125 I-125	1
			2016	174	1
			2017	72	1
		Республика Алтай, Чойский р-он Choi District Republic Altai	2015	И-399 I-399	1
			2017	193, 202	2
			2018	58	1
		Алтайский край, Алтайский р-он Altai District, Altai Krai	2016	И-443, 216 I-443, 216	2
	<i>D. reticulatus</i>	Алтайский край, Красногорский р-он Krasnogorsky District, Altai Krai	2016	И-441 I-441	1
Вода Water	р. Бирюкса Biryuksa river	Алтайский край, Алтайский р-он Altai District, Altai Krai	2016	И-437, 119 I-437, 119	2
	р. Карагуж Karagush river	Алтайский край, Красногорский р-он Krasnogorsky District, Altai Krai	2016	И-439, И-442, 215В, 216В, 218В, 219В I-439, I-442, 215V, 216V, 218V, 219V	6
	р. Кон-Агач Kon-Agach river	Республика Алтай, Чойский р-он Choi District Republic Altai	2016	246	1

Таблица 2. Типы природных очагов туляремии на территории Алтайского региона РФ
Table 2. Types of natural tularemia foci at the territory of Altai region

Тип очага Focus type	Ландшафтно-эпидемиологические районы Landscape epidemiological areas	Основной носитель The main carrier	Переносчик Vector	Пути заражения людей Ways of human infection
Предгорно-ручье-вой Foothill-brook	Северный и Южный степные, Западный предгорный Northern and Southern steppe, Western foothill	Водяная полевка Water vole (<i>Arvicola terrestris</i>)	Клещи Ticks (Ixodes)	Водный трансмиссивный Aquatic Transmissive
Пойменно-болотный Inundated-marsh	Приобский, Заобско-холмистый Priob, Zaob-hilly	Водяная полевка ондатра Water vole Muskrat	-/-	Трансмиссивный Промысловый Водный Transmissive Commercial Aquatic
Лесной Woodland	Восточный предгорный Eastern foothill	Лесная мышь Сибирская красная полевка Common field mouse (<i>apodemus sylvaticus</i>) Siberian red vole	-/-	Водный Трансмиссивный Промысловый Aquatic Transmissive Commercial
Высокогорный High-mountainous	Горный Mountainous	Длиннохвостый суслик Узкочерепная полевка Кутора Монгольская пищуха Long-tailed siberian suslik (<i>citellus undulates</i>) Narrow-skulled vole (<i>Microtus gregalis</i>) Eurasian water shrew Mongolian pika (<i>Ochotona pallasii</i>)	-/-	Водный Aquatic

обилие видов и высокая численность иксодовых клещей, а также двукрылых кровососущих насекомых. Считается, что из грызунов, имеющих эпидемиологическое значение в этих очагах, основная роль принадлежит водяной полевке (*Arvicola amphibius*) [5,9,10,18] причем эпизоотии и эпидемиологические осложнения могут возникать даже при очень низкой численности зверьков [18,23,24]. В эпизоотический процесс могут вовлекаться полёвка-экономка (*Microtus oeconomus*), обыкновенная полёвка (*Microtus arvalis*), узкочерепная полевка (*Microtus gregalis*), полевая мышь (*Apodemus agrarius*), восточно-азиатская лесная мышь (*Apodemus peninsulae*), а также некоторые другие виды мелких млекопитающих. В пойменно-болотных очагах важное эпизоотологическое и эпидемиологическое значение имеет ондатра, являясь одним из основных резервуаров инфекции в природе [1].

Из членистоногих важную роль играют иксодовые клещи *Dermacentor silvarum*, *D. reticulatus*, *D. marginatus*, *Haemaphysalis concinna*, *Ixodes persulcatus*, в редких случаях *I. apronophorus*. Характерной чертой предгорно-ручьевых и пойменно-болотных очагов туляремии является довольно частая, иногда высокая инфицированность возбудителем туляремии воды, ила ручьёв и рек [9,10,17,18].

Согласно ландшафтно-эпидемиологическому районированию, приведенному Е. Н. Реховым [11], территория Алтайского региона делится на семь районов:

1. Северный степной ландшафтно-эпидемиологический район расположен в северо-западной части края в зоне Колундинской степи. Пригодными для обитания водяной полевки является лишь часть берегов рек, ручьев и пресных озер. Основная же масса водоемов и заболоченных участков является горько-солеными и непригодны для жизнедеятельности зверьков этого вида.
2. Южный степной ландшафтно-эпидемиологический район расположен в юго-западной части края и представлен Алейской степью. Большая часть водоемов здесь также горько-соленая. Распространение водяной полевки главным образом связано с р. Алей и берегами пресных водоемов.
3. Приобский ландшафтно-эпидемиологический район включает припойменные районы вдоль р. Оби. Основными местообитаниями водяной полевки являются берега стариц, озера и заливные луга.
4. Заобско-холмистый ландшафтно-эпидемиологический район расположен в северо-восточной

части Алтайского края, представлен лесостепью, переходящей на востоке в предгорья Салаира. Водяная полевка обитает по берегам озер, рек, ручьев, на болотах, в заболоченных колках.

5. Западный предгорный ландшафтно-эпидемиологический район находится в юго-западной части степного Алтая на границе Республики Алтай (до 1992 г. Горно-Алтайская область). Природные очаги туляремии, приуроченные к долинам ручьев и рек, очень стойкие в своем эпизоотологическом и эпидемиологическом проявлении.
6. Восточный предгорный ландшафтно-эпидемиологический район расположен в юго-восточной части края, на границе с Республикой Алтай, Представлен лесостепью, переходящей в подтаежную зону. Водяная полевка обитает в основном по берегам ручьев и рек.
7. Горный ландшафтно-эпидемиологический район включает всю Республику Алтай, за исключением Майминского района (в старом административном делении), входящего в восточный предгорный район. Водяная полевка заселяет в основном берега ручьев и рек в зоне горных лесов.

Наиболее значимы в эпидемиологическом отношении – Приобский, Заобско-Холмистый, Западный предгорный и Восточный предгорный районы, на их долю приходилось 94,7% случаев туляремии [11].

Современные особенности функционирования природного очага. С 1953 г. мониторинг природных очагов туляремии осуществляет Алтайская противочумная станция. Анализ многолетних наблюдений (по 2017 г. включительно) показывает, что очаги туляремии активны, но степень их активности варьирует. Наличие природных очагов туляремии с выделением культур туляремийного микроба подтверждено в Майминском (286), Чемальском (2), Чойском (60), Турочакском (1), Онгудайском (1), Усть-Коксинском (1), Кош-Агачском (6) районах Республики Алтай, а также в Солтонском (54), Бийском (1), Красногорском (67), Советском (47), Алтайском (30), Смоленском (25), Быстроистокском (4) районах Алтайского края. Не исключено существование природных очагов туляремии на территории Шебалинского, Улаганского и Усть-Канского районах Республики Алтай, для подтверждения энзоотичности территорий этих районов, необходимо дальнейшее проведение исследовательских работ.

На территории Республики Алтай вспышка туляремии впервые описана в 1951 г., когда в Кош-Агачском районе заболели 15 геологов из отряда геолого-разведочной партии и один местный житель, при этом все заболевшие отмечали, что употребляли воду из ручья для питья или бытовых нужд [6]. Туляремия регистрировалась в 2010 г. по одному случаю в г. Горно-Алтайске и Чемальском районе [25]. В 2011 г. на сопредельной с Алтайским

предгорно-ручьевым очагом территории Восточно-Казахстанской области регистрировались заболевания людей туляремией [26]. Последний случай туляремии был зарегистрирован в 2015 г. у невакцинированной против инфекции жительницы с. Большой Лог Крутихинского района Алтайского края.

На территории Алтайского региона 2 раза в год (весенний и осенний периоды) проводится учет численности мелких млекопитающих и членистоногих, сбор полевого материала для исследования на ряд природно-очаговых инфекций, том числе и на туляремию.

За осенне-весенний период 2016–2017 гг. проведено эпизоотологическое обследование природных очагов туляремии на территории Майминского, Чойского, Чемальского, Онгудайского, Шебалинского, Усть-Канского, Улаганского, Кош-Агачского районов Республики Алтай, Красногорского и Алтайского районов Алтайского края. На протяжении нескольких последних лет в предгорьях Алтая наблюдается снижение численности мелких млекопитающих (м/м). Наиболее выражена такая картина на территории Майминского и Чойского районов республики, где численность зверьков весной 2017 г. достигла депрессивного уровня. В Майминском районе в луго-полевом биотопе показатель средней численности в 2016 г. составил – 1,1%, в весенний период 2017 г. м/м не отловлено. В Красногорском районе (Алтайский край) отловлен один зверек, средний процент попадания – 0,5 (в 2016 г. – 0,33%). Средний процент попадания по всем районам зоны предгорий составил – 0,1% (2015 г. – 3,0%, 2016 г. – 0,8%). Среднемноголетнее значение численности м/м в весенний период составляет – 7,5%. Во влажных биотопах средний процент попадания по всем районам равнялся – 0,5, среднемноголетний показатель – 5,3%, наблюдается дальнейший спад численности. Преобладающих видов в отловах весны 2017 г. не было, все м/м отловлены в единичных экземплярах. В околотовных биотопах процент попадания зверьков составил 4,2 особи на 100 л/с (2016 г. – 7,7 ос. на 100 л/с). Отловлен 21 зверек (2016 г. – 27 экз.) трех видов, из них доминирующими выступали – полевка-экономка – 61,9% (2016 г. – 40,7%) и водяная полевка – 33,3% (2016 г. – 51,9%).

Несмотря на крайне низкие показатели численности м/м весной 2017 г., за летне-осенний период количество зверьков значительно увеличилось по всем группам биотопов (также и по сравнению с аналогичным периодом 2016 г.). Такое резкое увеличение численности м/м осенью 2017 г. обеспечено за счет представителей рода *Clethrionomys*: на долю лесных полевок приходилось 11,0% от общего числа учтенных зверьков (в предыдущие периоды присутствовали в учетах в единичных экземплярах или не отлавливались вовсе), на долю мышей – 60,3% (превысив 50,0%

индекс доминирования полевой мыши впервые за последние 10 лет).

За осенне–весенний период 2016–2017 гг. на территории Алтайского края были обследованы территории Хабарского, Усть-Пристаньского, Алтайского, Топчихинского, Каменского, Усть-Калманского районов и окрестности г. Барнаула, отловлено 357 экз. м/м, средний процент попадания – 12,6% (2016 г. – 9,6%, среднемноголетнее значение – 12,6%). В пойменно-болотных стациях р. Оби показатель попадания м/м составил 16,1% (2016 г. – 16,8%, среднемноголетнее значение – 19,7%). В отловах доминировала красная полевка – 37,5%. В луго-полевых стациях средняя численность м/м достигала 21,2% (2016 г. – 1,8%, среднемноголетнее значение – 11,5%). В отловах доминировала красная полевка – 88,2%. В горных стациях восточной части края весенняя численность зверьков варьировала от 28,0% (в марте) до нуля (в апреле), в среднем – 5,1%, что меньше среднемноголетних показателей (6,1%). Численность водяной полевки в крае продолжает оставаться на низком уровне.

Помимо природных биотопов в 2017 г. на территории Республики Алтай обследовано 217 социально-значимых объектов (медучреждения, дошкольные и общеобразовательные учреждения, учреждения культуры, магазины и др.) общей площадью 77770 м² (2016 г. – 141 объект, площадь обследования – 43580 м²), а также частный сектор. Накоплено 1588 л/с (2016 г. – 1384 л/с), отловлено 48 грызунов (2016 г. – 44 экз.), найдено два трупа домовых мышей (один из них мумифицированный) и один труп бурозубки. Выявлено 28 объектов заселенных грызунами. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года наблюдается небольшое снижение численности мелких млекопитающих – 3,0% попаданий (2016 г. – 3,4%); общая заселенность объектов грызунами составила 12,9% (2016 г. – 8,7%), относительная численность грызунов на 1000 м² – 0,6% (2016 г. – 1,0%), что соответствует умеренной численности.

Лабораторией ФКУЗ «АПЧС» за 2016 г. было исследовано: млекопитающих – 1128 экз. (316 проб); клещей – 7293 экз. (274 проб); проб воды открытых водоемов – 100; проб ила – 198. Изолировано 17 культур туляремийного микроба, из них: 8 от клещей (прямой бактериологический посев – 5; биологический метод – 5); 9 – от проб воды (биологический метод). В 2017 г. исследовано: млекопитающих – 537 экз. (169 проб); клещей – 412 экз. (25 проб); проб воды открытых водоемов – 120; проб ила – 230. От клещей изолировано 4 культуры туляремийного микроба (прямой бактериологический посев – 3; биологический метод – 1).

В 2018 г. активность природных очагов туляремии была незначительной, чему в определенной степени способствовала низкая (за последние 5 лет) численность основных носителей в наиболее

эпидемически значимых предгорно-ручьевых очагах. От иксодовых клещей в этот год изолировано 3 культуры возбудителя (Красногорский, Алтайский, Чойский районы). В 59,8% проб от м/м, отловленных на территории 7 административных районов Алтайского края, выявлены антитела к возбудителю. Наличие туляремийного антигена подтверждено в 3,7% исследованных проб из объектов окружающей среды 9 районов. В Республике Алтай эпизоотическая ситуация была более спокойной. Исследование мелких млекопитающих, клещей, ила из открытых водоёмов из 12 районов региона не дало положительных результатов. В воде ручья предгорно-ручьевого очага в Майминском районе выявлена ДНК возбудителя (1,37%).

Проведенные в летне–осенний период учеты м/м показали, что их численность по отношению к весеннему периоду значительно увеличилась по всем группам биотопов. Доминирующими видами в отловах были полевка-экономка, узкочерепная и обыкновенная полевки. В Республике Алтай в 2018 г., в сравнении с аналогичным периодом 2017 г., рост численности зафиксирован только в околородных биотопах. В остальных стациях наблюдается некоторый спад средней численности м/м. Учёт водяной полевки проведен на семи участках. В околородных стациях водяная полевка в текущем сезоне, как и за аналогичный период прошлого года, не отловлена.

Особенности циркулирующего возбудителя туляремии. До 2011 г. на территории Алтайского региона отмечалось выделение из объектов окружающей среды штаммов возбудителя туляремии голарктического подвида. Однако с 2011 г. из материала от иксодовых клещей, отловленных в Алтайском крае выделено уже более 30 штаммов среднеазиатского подвида [27–30].

Ревизия таксономической принадлежности выделенных с 1958 г. по 2015 г. на территории Республики Алтай 14 коллекционных штаммов возбудителя туляремии стандартными лабораторными методами, а также на основе протеометрического и молекулярно-генетического методов идентификации показала, что все изоляты принадлежат к виду *Francisella tularensis*. В результате масс-спектрометрии исследуемые штаммы *F. tularensis* достоверно идентифицированы до вида с величиной показателя Score Value 2,21–2,63 (совпадение с биохимическим и молекулярно-генетическим методом – 100%). В ПЦР выявлена генетическая однородность в отношении всех штаммов по видоспецифичным для *F. tularensis* фрагментам *igl-1BC* гена (268 п.н.) тест-системы «Ген *Francisella tularensis* – РФФ» и гену *tul4* (250 п.н.), кодирующему один из основных Т-клеточных мембранных белков возбудителя туляремии (табл. 3). Все изученные изоляты высоковирулентны, летальная доза для белых мышей составляет одну микробную клетку.

При этом штаммы *F. tularensis*, выделенные на российской территории Алтая до 2011 г.,

Таблица 3. Свойства штаммов *F. tularensis*
Table 3. Characteristics of *F. tularensis* strains

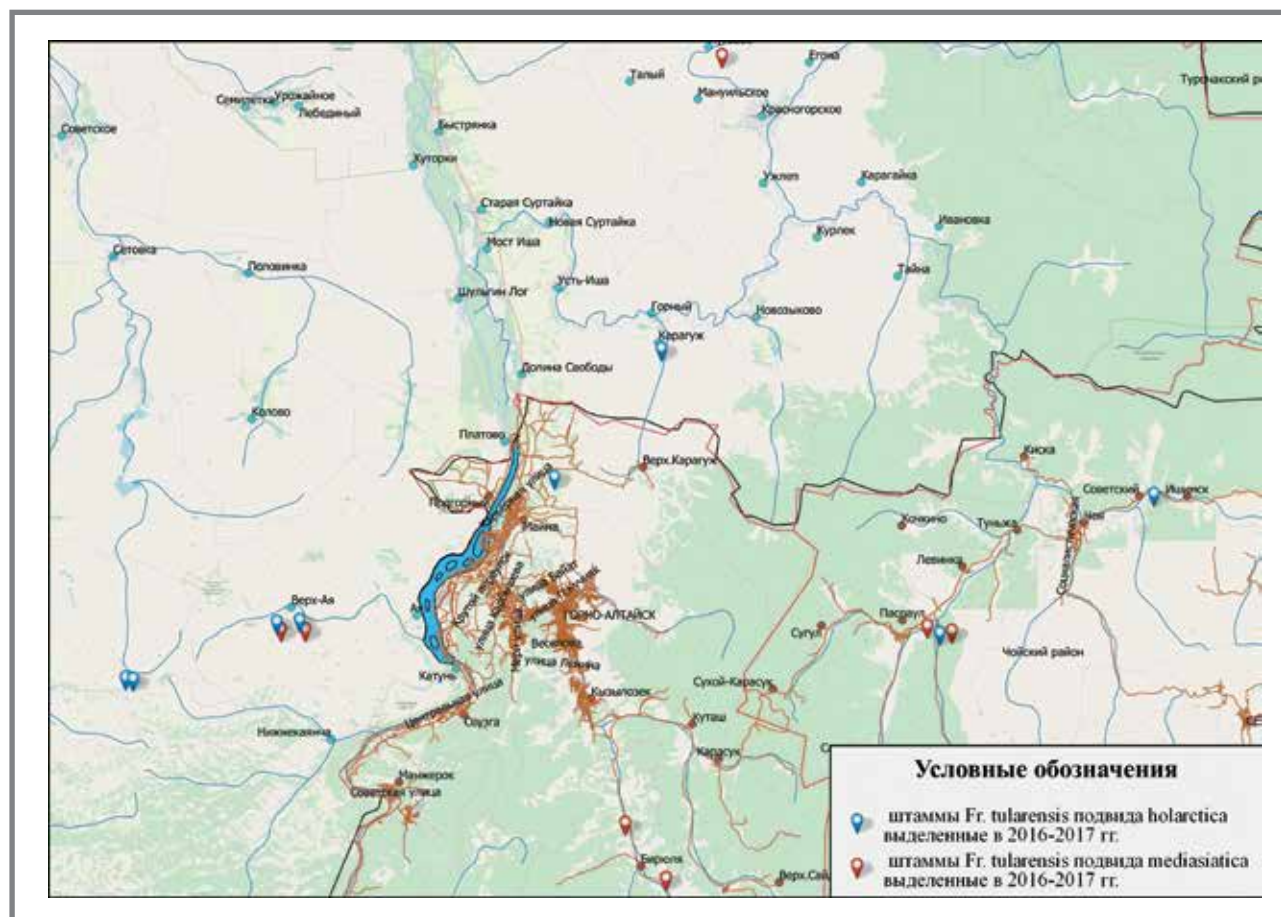
Объект выделения штаммов The object of the strain isolation	Число штаммов Number of strains	Количество штаммов, имеющих признак Number of strains possessing the property								
		Глицерин Glycerin	Цитруллин Citrulline	Вирулентность для мышей Mice virulence	Чувствительность к эритромицину Erythromycin-sensitive	Score value (SV)	Гены Genes			
							23 кДа 23 kDa	pdpA	pdpD	tul4
Мелкие млекопитающие Small mammals	6	0	0	1 м.к. – 6 штаммов strains	3	6	6	6	0	6
Клещи Ticks	25	20	20	1 м.к. – 24 штамма; 10 м.к. – 1 штамм	23	25	25	25	20	25
Вода Water	9	0	0	1 м.к. – 9 штаммов	8	9	9	9	0	9

не обладают цитруллинуреидазной активностью и не расщепляют глицерин, и относятся к голарктическому подвиду. У этих штаммов обнаружен только один фрагмент острова патогенности *FPI*

(*Francisella pathogen island*) *pdpA*. Из них 56,3% эритромицин чувствительны, отнесены к I биофарму *Ery^s*, остальные культуры подвиды *holarctica* – ко II биофарму *Ery^r*. Шесть штаммов *F. tularensis*,

Рисунок 1. Места обнаружения возбудителя туляремии подвидов *holarctica* и *mediasiatica* в биотопах Алтайского края и Республики Алтай (2016–2017 гг.)

Figure 1. Locations of the causative agent of tularemia of the subspecies *holarctica* and *mediasiatica* in the biotopes of the Altai Territory and the Republic of Altai (2016–2017)



выделенные в 2015 г., обладают цитруллинурезной активностью и расщепляют глицерин. Кроме того, выявлены обе геномные области *pdpA* и *pdpD* острова патогенности (FPI), характерные для микроорганизмов среднеазиатского подвида.

В 2016–2018 гг. из 26 штаммов *Francisella tularensis*, выделенных из воды в Алтайском и Красногорском районах Алтайского края; из клещей в Чойском, Майминском районах Республики Алтай и Алтайском, Красногорском районе Алтайского края по комплексу молекулярно-генетических и биохимических свойств 6 отнесены к подвиду *holarctica*, а 20 – к подвиду *mediasiatica* (рис. 1, см. табл. 3).

Закключение

Таким образом, описаны природные очаги предгорно-ручьевого, пойменно-болотного, лес-

ного и высокогорного типов на территории Алтайского региона, очаги полигостальны. Функционирование природного очага туляремии на территории Алтайского региона в современный период характеризуется сопряженной циркуляцией возбудителя туляремии двух подвидов, спорадическими случаями заболеваний туляремией и инфицированием возбудителем объектов окружающей среды (кровососущие членистоногие, вода открытых водоемов, мелкие млекопитающие). Все это указывает на высокую активность природных очагов в отношении этой особо опасной природно-очаговой инфекции и на необходимость тщательного эпидемиологического и эпизоотологического мониторинга природного очага в системе эпидемиологического надзора за туляремией.

Литература

1. Актуальные проблемы эпидемиологии инфекционных болезней в Сибири. Под ред. Член-корр. РАМН, проф. Г.Г. Онищенко. М.: ВУНМЦ МЗ РФ; 1999. 213 с.
2. Денисов А.В., Мищенко А.И., Ешелкин И.И. Туляремия в Республике Алтай. Биоразнообразие, проблемы экологии горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее. Матер. междунар. конф. Горно-Алтайск; 2008. Ч. 1. С. 70–72.
3. Кирьянов Г.И. Эпизоотология туляремии в Алтайском крае // Известия Иркутского науч.-исслед. противочумного института Сибири и Дальнего Востока. 1960. Т. 23. С. 19–23.
4. Кирьянов Г.И. Классификация очагов и ландшафтно-эпидемиологическое районирование туляремии на Алтае. Проблемы зоологических исследований в Сибири. Материалы 2-го совещ. зоологов. Горно-Алтайск; 1962. С. 116–117.
5. Кирьянов Г.И. Классификация туляремийных очагов Алтая и их ландшафтно-эпидемиологическое районирование // Известия Иркутского науч.-исслед. противочумного института Сибири и Дальнего Востока. 1963. Т. 25. С. 58–71.
6. Кирьянов Г.И. Туляремийные очаги высокогорий Алтая. Доклады Иркутского противочумного института. 1963. Вып. 5. С. 5–8.
7. Максимов А.А. Фауна млекопитающих в природных очагах туляремии в Западной Сибири и роль водяной крысы как основного эпидемически опасного вида грызуна в этих очагах. Водная крыса и борьба с ней в Западной Сибири. Новосибирск; 1959.
8. Максимов А.А. Природные очаги туляремии в СССР. Изд. АН СССР. М.-Л.; 1960.
9. Максимов А.А. Ландшафтная типизация очагов – научно-методическая основа для эпидемиологического районирования территории по туляремии. В кн.: Биологическое районирование Новосибирской области. Новосибирск; 1969. С. 9–32.
10. Олсуфьев Н.Г., Кучерук В.В., Петров В.Г. К изучению природного туляремийного очага предгорно-ручьевого типа // Зоологический журнал. 1959. Т. 38, № 3. С. 334–346.
11. Рехов Е.Н. Ландшафтно-эпидемиологическое районирование Алтайского края по туляремии. Туляремия и сопутствующие инфекции: Матер. науч.-практ. конф. Омск; 1965. С. 247–251.
12. Селезнева А.А. Суслик (*Citellus eversmanni*) как резервуар инфекции при туляремии // Труды Томского института эпидемиологии и микробиологии. 1941. Т. 4. С. 49–50.
13. Боженко В.П. Новые природные очаги туляремии Казахстана // Известия АН Казахской ССР, серия паразитологическая. 1950. Вып. 8. С. 255–259.
14. Лебедев А.Д. Ручьевого предгорно-холмистый тип природного очага туляремии (аннотация) // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 1953. № 10. С. 86.
15. Карпов С.П. Водный тип очага туляремии // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 1955. № 4. С. 31–33.
16. Балабик А.К., Шамова А.М., Лазарева Л.А. К изучению очага туляремии в высокогорной зоне Горного Алтая // Доклады Иркутского противочумного института. 1963. Вып. 5. С. 9–12.
17. Ешелкин И.И., Михайлов Е.П. Некоторые вопросы эпизоотологии туляремии на Алтае. Биоразнообразие, проблемы экологии горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее. Матер. 4-ой междунар. конф. Горно-Алтайск; 2016. С. 83–86.
18. Зыкина Н.А. Эпидемиология и профилактика туляремии в Алтайском крае: автореф. дис... канд. мед. наук. Иркутск; 1972. 25 с.
19. Кучерук В.В., Кулик И.Л., Никитина Н.А. и др. Зоологические факторы существования некоторых природных очагов туляремии // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 1965. № 6. С. 80–85.
20. Максимов А.А. О пойменном или трансмиссивном типе туляремийного очага // Медицинская паразитология. 1946. Т. 15, № 6. С. 63–68.
21. Олсуфьев Н.Г., Дунаева Т.Н. Природная очаговость. Эпидемиология и практика туляремии. М.; 1970.
22. Олсуфьев Н.Г., Доброхотов Б.П. Туляремия. В кн.: География природно-очаговых болезней человека в связи с задачами их профилактики. М.; 1969. С. 5–56.
23. Кузина А.И., Мухтарова Л.С. Природные очаги туляремии в Кемеровской области // Труды Томского института вакцин и сывороток. 1960. Т. 12. С. 43–47.
24. Равдоникас О.В., Мухарова Л.С., Янина В.П. Заболеваемость туляремией в Кемеровской области в связи с особенностями ландшафтно-эпидемиологических районов. Туляремия и сопутствующие инфекции: Матер. науч.-практ. конф. Омск; 1965. С. 292–294.
25. Балахонов С.В., Куликалова Е.С., Мазепа А.В. и др. Ретроспективный анализ биологических свойств коллекционных штаммов *Francisella tularensis*, выделенных на юге Сибири (1950–2015 гг.) // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2017. № 4. С. 3–9.
26. Кунца Т.Н., Избанова У.А., Мека-Меченко В.Г. и др. Эпизоотическая активность природных очагов туляремии Казахстана на приграничной с Россией территории // Дальневосточный журнал инф. патологии. 2014. № 25. С. 63–65.
27. Кудрявцева Т.Ю., Попов В.П., Мокриевич А.Н. и др. Эпидемиологический и эпизоотологический анализ ситуации по туляремии в Российской Федерации в 2016 г., прогноз на 2017 г. // Пробл. особо опасных инф. 2017. № 1. С. 21–26.
28. Кудрявцева Т.Ю., Попов В.П., Мокриевич А.Н. и др. Актуальные вопросы и прогноз эпидемической ситуации на территории Российской Федерации в 2018 г. // Пробл. особо опасных инф. 2018. № 1. С. 22–29.
29. Кудрявцева Т.Ю., Транквиловский Д.В., Мокриевич А.Н. и др. Эпизоотическая и эпидемическая ситуации по туляремии в Российской Федерации в 2015 г. и прогноз на 2016 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2016. № 1. С. 28–32.
30. Мокриевич А.Н., Тимофеев В.С., Кудрявцева Т.Ю. и др. Выделение среднеазиатского подвида туляремийного микроба на территории Алтайского края // Проблемы особо опасных инфекций. 2013. № 1. С. 66–69.

References

1. Actual problems of epidemiology of infectious diseases in Siberia. Edit. by Corresponding Member of RAMS, prof GG Onishchenko. Moscow: VUNMTS MH RF; 1999. 213 p. (In Russ.)
2. Denisov AV, Mishchenko AI, Eshelkin II. Tularemia in Republic Altai. Biodiversity, problems of ecology of mountain Altai and adjacent regions: the present, last, future. Materials of the International Conference, Gorno-Altai. 2008;1:70–72. (In Russ.)
3. Kiryanov GI. Epizootology of tularemia in Altay Krai. Proceedings of Irkutsk Anti-plague Research Institute of Siberia and the Far East. 1960;23:19–23. (In Russ.)

4. Kiryanov GI. Classification of the tularemia foci and landscape epidemiological division into districts in Altai. *Problems of zoological researches in Siberia. Materials of the Second Meeting of Zoologists. Gorno-Altaysk*; 1962. P. 116–117. (In Russ.)
5. Kiryanov GI. Classification of tularemia foci of Altai and its landscape-epidemiological division into districts. *Proceedings of Irkutsk Anti plague Research Institute of Siberia and the Far East*. 1963;25:58–71. (In Russ.)
6. Kiryanov GI. The tularemia foci of Altai high mountains. *Reports of Irkutsk Anti plague Research Institute*. 1963;5:5–8. (In Russ.)
7. Maximov AA. Fauna of mammals in the natural tularemia foci in Western Siberia and the role of a water rat as the basic epidemically dangerous rodent species in these foci. *A water rat and its control in Western Siberia. Novosibirsk*; 1959. 237 p. (In Russ.)
8. Maximov AA. Natural foci of tularemia in the USSR. *Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR. Moscow-Leningrad*; 1960. 292 p. (In Russ.)
9. Maximov AA. Landscape typification of the foci – scientific-methodical basis for epidemiological division into districts of the territory to tularemia. *In the book: Biological division into districts of the Novosibirsk region. Novosibirsk*; 1969. P. 9–32. (In Russ.)
10. Olsuf'ev NG, Kucheruk VV, Petrov VG. To studying of natural tularemia focus of foothills-small stream type. *Zoologicheskii zhurnal*. 1959;38(3):334–346. (In Russ.)
11. Rekhov EN. Landscape-epidemiological division into districts of Altai Krai to tularemia. *Tularemia and concomitant infections: Materials of scientific practical conference. Omsk*; 1965. P. 247–251. (In Russ.)
12. Selezneva AA. *Spermophile (Citellus eversmanni) as the infection reservoir for tularemia. Trudy of Tomsk institute of epidemiology and microbiology*. 1941;4:49–50. (In Russ.)
13. Bozhenko VP. New natural tularemia foci in Kazakhstan. *Proceedings of Academy of Sciences of the Kazakh SSR, parasitological series*. 1950;8:255–259. (In Russ.)
14. Lebedev AD. Small stream foothills-hilly type of a natural tularemia focus (annotation). *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunologii*. 1953;10:86. (In Russ.)
15. Carпов SP. Water type of the tularemia focus. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunologii*. 1955;4:31–33. (In Russ.)
16. Balabkin AK, Shamova AM, Lazareva LA. To studying of the tularemia focus in high-mountainous zone of Gornyy Altai. *Reports of Irkutsk Anti plague Institute*. 1963;5:9–12. (In Russ.)
17. Eshelkin II, Mikhailov EP. Some questions of tularemia epizootology in Altai. *Biodiversity, problems of ecology of mountain Altai and adjacent regions: the present, last, future. Materials of the 4th International Conference, Gorno-Altaysk*; 2016. P. 83–86. (In Russ.)
18. Zykina NA. Epidemiology and prophylaxis of tularemia in Altai territory: abstract of a thesis... *Candidate of Medical Sciences. Irkutsk*; 1972. 25 p. (In Russ.)
19. Kucheruk VV, Kulik IL, Nikitina NA, et al. Zoological factors of the existence of some natural tularemia foci. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunologii*. 1965;6:80–85. (In Russ.)
20. Maximov AA. About floodplain or transmissive type of a tularemia focus. *Med parasitologiya*. 1946;15(6):63–68. (In Russ.)
21. Olsuf'ev NG, Dunaeva TN. Natural focality. *Epidemiologiya i praktika tularemii. Moscow*; 1970. 270 p. (In Russ.)
22. Olsuf'ev NG, Dobrokhotov BP. Tularemia. *In the book: Geography of natural focal human illnesses in the connection with problems of their prevention. Moscow*; 1969. P. 5–56. (In Russ.)
23. Kuzina AI, Mukhtarova LS. Natural foci of tularemia in the Kemerovo region. *Trudy of Tomsk Institute of Vaccines and Sera*. 1960;12:43–47. (In Russ.)
24. Ravdonikas OV, Mukharova LS, Yanina VP. Tularemia morbidity in the Kemerovo region in connection with features of landscape-epidemiological areas. *Tularemia and concomitant infections: Materials of scientific practical conference. Omsk*; 1965. P. 292–294. (In Russ.)
25. Balakhonov SV, Kulikalova ES, Mazepa AV, et al. Retrospective analysis of biological properties of the collection *Francisella tularensis* strains isolated in the south of Siberia (1950–2015). *Zhurnal Mikrobiologii*. 2017;4:3–9. (In Russ.)
26. Kunitsa TN, Izbanova UA, Meka-Mechenko VG, et al. Epizootic activity of the natural tularemia foci in Kazakhstan frontier territory with Russia. *Dalnevostochnyi Zhurnal Infekt Patologii*. 2014;25:63–65. (In Russ.)
27. Kudryavtseva Tyu, Popov VP, Mokrievich AN, et al. Epidemiological and epizootological analysis of tularemia situation in the Russian Federation in 2016, the forecast for 2017. *Probl osobo opasnykh infektsii*. 2017;1:21–26. (In Russ.)
28. Kudryavtseva Tyu, Popov VP, Mokrievich AN, et al. Tularemia: actual problems and the forecast of the epidemic situation at the Russian Federation territory in 2018. *Probl osobo opasnykh infektsii*. 2018;1:22–29. (In Russ.)
29. Kudryavtseva Tyu, Trankvilevsky DV, Mokrievich AN, et al. Epizootic and epidemic situations for tularemia in the Russian Federation in 2015 and the forecast to 2016. *Probl osobo opasnykh infektsii*. 2016;1:28–32. (In Russ.)
30. Mokrievich AN, Timofeev VS, Kudryavtseva Tyu, et al. Isolation of the tularemia agent of Central Asian subspecies in the Altai Krai. *Probl osobo opasnykh infektsii*. 2013;1:66–69. (In Russ.)

Об авторах

- **Елена Станиславовна Куликалова** – к.м.н., старший научный сотрудник отдела эпидемиологии Иркутского научно-исследовательского противочумного института, 664047, Иркутск, ул. Трилиссера, 78. +7 3952 220135, e.kulikalova@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7034-5125>.
- **Андрей Владимирович Мазепа** – к.м.н., старший научный сотрудник отдела эпидемиологии Иркутского научно-исследовательского противочумного института, 664047, Иркутск, ул. Трилиссера, 78. +7 3952 220135, adm@chumin.irkutsk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0843-4757>.
- **Алексей Викторович Холин** – к.б.н., старший научный сотрудник зоолого-паразитологического отдела Иркутского научно-исследовательского противочумного института, 664047, Иркутск, ул. Трилиссера, 78. +7 3952 220135, alex.holin@mail.ru.
- **Евгений Сергеевич Полковников** – зоолог Алтайской противочумной станции, 649002, Республика Алтай, Горно-Алтайск, Заводская улица, 2. +7 9139922007, chumagorny@mail.ru.

Поступила: 20.03.2019. **Принята к печати:** 15.07.2019.

About the Authors

- **Elena S. Kulikalova** – Cand. Sci. (Med.), senior researcher of Irkutsk Anti-plague Research Institute, Trilissera St. 78, Irkutsk, 664047 Russian Federation. +7 3952 220135, e.kulikalova@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7034-5125>.
- **Vladimir A. Mazepa** – Cand. Sci. (Med.), senior researcher of Irkutsk Anti-plague Research Institute, Trilissera St. 78, Irkutsk, 664047 Russian Federation. +7 3952 220135, adm@chumin.irkutsk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7034-5125>.
- **Aleksey V. Holin** – Cand. Sci. (Biol.), senior researcher of zoological and parasitological department of Irkutsk Anti plague Research Institute, Trilissera St. 78, Irkutsk, 664047 Russian Federation. +7 3952 220135, alex.holin@mail.ru.
- **Evgeniy S. Polkovnikov** – zoologist of Altai Anti plague Station, Zavodskaya street, 2, Gorno-Altaysk, Altai Republic 649002 Russian Federation. +79139922007, chumagorny@mail.ru.

Received: 20.03.2019. **Accepted:** 15.07.2019.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.