

DOI: 10.21055/0370-1069-2025-2-102-108

УДК 614.4:579.834.115(597)

Ж.А. Касьян¹, Le Thi Lan Anh², И.Н. Шарова¹, А.М. Поршаков¹, А.Г. Зырянова¹,
Е.А. Чумачкова¹, Е.А. Михеева¹, Vo Viet Cuong², Luong Thi Mo³, А.Д. Катышев¹, С.Д. Катышев¹,
Я.М. Краснов¹, А.М. Сеничкина¹

Изучение циркуляции возбудителей лептоспироза в различных регионах Вьетнама

¹ФКУН «Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Российская Федерация;

²Совместный Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр, Ханой, Социалистическая Республика Вьетнам; ³Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, Хошимин, Социалистическая Республика Вьетнам

Территория Юго-Восточной Азии, включая Вьетнам, относится к числу неблагоприятных в отношении лептоспирозов. Согласно исследованиям 10 % населения Вьетнама инфицировано лептоспирами, но в то же время информация о циркулирующих видах лептоспир и основных носителях инфекции в различных регионах Вьетнама ограничена. Цель работы состояла в изучении циркуляции возбудителей лептоспироза в различных провинциях Вьетнама, для чего проведено исследование суспензий органов мелких млекопитающих, а также определен уровень иммунной прослойки населения, проживающего на обследуемых территориях. **Материалы и методы.** Работу выполняли на базе мобильной лаборатории мониторинга и диагностики, а также лаборатории токсикологии и тропических болезней Института тропической медицины. Молекулярно-генетическими методами (ПЦР и секвенирование) проведено исследование 2790 проб суспензий органов мелких млекопитающих, собранных с 2019 по 2024 г. в 14 провинциях, расположенных в северной, центральной и южной части страны. Дополнительно для оценки напряженности иммунитета к лептоспирам методом ИФА исследовано 576 сывороток крови, полученных от практически здоровых людей в пяти северных провинциях Вьетнама. **Результаты и обсуждение.** В 282 образцах, полученных от 20 различных видов мелких млекопитающих, методом ПЦР обнаружены маркеры патогенных лептоспир, при этом положительные результаты выявлены в пробах из всех обследуемых провинций. Проведено секвенирование 76 положительных образцов, в результате чего установлена их принадлежность к видам *Leptospira interrogans*, *Leptospira borgpetersenii*, *Leptospira mayottensis*. Специфические антитела класса IgG к лептоспирам обнаружены в 8,0 % случаев. Выявлена группа риска – лица, занятые в сельском хозяйстве. Полученные результаты показывают повсеместное распространение возбудителей лептоспироза во Вьетнаме. Перспективным направлением является районирование территорий страны по интенсивности эпидемических проявлений лептоспироза, определение видового состава циркулирующих лептоспир и основных носителей среди млекопитающих с учетом ландшафтно-географических и социально-экономических условий.

Ключевые слова: лептоспироз, патогенные виды лептоспир, эпизоотологический мониторинг, мелкие млекопитающие, иммунная прослойка.

Корреспондирующий автор: Касьян Жанетта Андреевна, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Для цитирования: Касьян Ж.А., Le Thi Lan Anh, Шарова И.Н., Поршаков А.М., Зырянова А.Г., Чумачкова Е.А., Михеева Е.А., Vo Viet Cuong, Luong Thi Mo, Катышев А.Д., Катышев С.Д., Краснов Я.М., Сеничкина А.М. Изучение циркуляции возбудителей лептоспироза в различных регионах Вьетнама. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2025; 2:102–108. DOI: 10.21055/0370-1069-2025-2-102-108

Поступила 12.03.2025. Принята к публикации 02.06.2025.

Zh.A. Kas'yan¹, Le Thi Lan Anh², I.N. Sharova¹, A.M. Porshakov¹, A.G. Zyryanova¹,
E.A. Chumachkova¹, E.A. Mikheeva¹, Vo Viet Cuong², Luong Thi Mo³, A.D. Katyshev¹,
S.D. Katyshev¹, Ya.M. Krasnov¹, A.M. Senichkina¹

Study of Circulation of Leptospirosis Pathogens in Different Regions of Vietnam

¹Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russian Federation;

²Joint Vietnam-Russia Tropical Research and Technology Center, Hanoi, Socialist Republic of Vietnam;

³Southern Branch of the Joint Vietnam-Russia Tropical Research and Technology Center, Ho Chi Minh, Socialist Republic of Vietnam

Abstract. The territory of South-East Asia, including Vietnam, is one of the disadvantaged in relation to leptospirosis areas. According to studies, 10 % of the Vietnamese population is infected with *Leptospira*, but at the same time, information about circulating *Leptospira* species, the main carriers of infection in various regions of Vietnam, is very limited. **The aim** of the work was to investigate the circulation of leptospirosis pathogens in various provinces of Vietnam, for which a study of suspensions of small mammalian organs was conducted, and the level of the immune stratum of the population living in the surveyed territories was determined. **Materials and methods.** The work was carried out on the base of the mobile laboratory for monitoring and diagnostics, as well as the Laboratory of Toxicology and Tropical Diseases of the Institute of Tropical Medicine. Molecular-genetic methods (PCR and sequencing) were used to study 2,790 samples of suspensions of small mammalian organs collected in 14 provinces located in the northern, central and southern parts of the country between 2019 and 2024. Additionally, 576 sera from conditionally healthy people, obtained in 5 northern provinces of Vietnam, were studied by ELISA to assess the intensity of immunity to *Leptospira*. Markers of pathogenic *Leptospira* were detected in 282 samples from 20 different species of small mammals using PCR, while positive results were obtained in samples from all the provinces studied. 76 positive samples were sequenced, as a re-

sult of which appurtenance to the species *Leptospira interrogans*, *Leptospira borgpetersenii*, *Leptospira mayottensis* was established. Specific IgG class antibodies to *Leptospira* were detected in 8.0 % of the cases. A risk group has been identified – people employed in agriculture. The results obtained show the ubiquitous spread of leptospirosis pathogens in Vietnam. A promising field of research is the zoning of the country's territories according to the intensity of epidemic manifestations of leptospirosis, the determination of the species composition of circulating *Leptospira* and the main carriers among mammals, taking into account the landscape, geographical and socio-economic factors.

Key words: leptospirosis, pathogenic species of *Leptospira*, epizootiological monitoring, small mammals, immune stratum.

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

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

Bioethics: Permission to carry out the research was obtained from the Ethics Committee for Biomedical Research of the Joint Vietnam-Russia Tropical Research and Technology Center (certificates dated 04 May 2019 No. 1046/CN-HDDD, 05 May 2022 No. 1261/CN-HDDD, and 19 March 2024 No. 854/CN-HDDD).

Corresponding author: Zhanetta A. Kas'yan, e-mail: rusrapi@microbe.ru.

Citation: Kas'yan Zh.A., Le Thi Lan Anh, Sharova I.N., Porshakov A.M., Zyryanova A.G., Chumachkova E.A., Mikheeva E.A., Vo Viet Cuong, Luong Thi Mo, Katyshev A.D., Katyshev S.D., Krasnov Ya.M., Senichkina A.M. Study of Circulation of Leptospirosis Pathogens in Different Regions of Vietnam. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2025; 2:102–108. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2025-2-102-108

Received 12.03.2025. Accepted 02.06.2025.

Kas'yan Zh.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9828-3277>
 Le Thi Lan Anh, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5927-9857>
 Sharova I.N., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0037-3048>
 Porshakov A.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3363-765X>
 Zyryanova A.G., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1596-964X>
 Chumachkova E.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9877-5258>
 Mikheeva E.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7218-2446>

Vo Viet Cuong, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5147-7085>
 Luong Thi Mo, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6035-5933>
 Katyshev A.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8260-4670>
 Katyshev S.D., ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7575-653X>
 Krasnov Ya.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4909-2394>
 Senichkina A.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1026-2680>

Лептоспироз относится к числу наиболее распространенных зоонозных инфекционных болезней в мире. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) оценивает ежегодную заболеваемость в 0,1–1,0 случая на 100 тыс. человек в регионах с умеренным климатом и 10 и более случаев на 100 тыс. человек – в тропических странах. Широкое распространение природных и антропоургических очагов инфекции связано с обширным спектром хозяев патогенных лептоспир и восприимчивых к ним видов млекопитающих [1]. В связи с трудностями диагностики лептоспироза из-за схожести клинических симптомов с другими заболеваниями, такими как лихорадка денге, малярия, вирусные гепатиты и др., и отсутствием в ряде стран возможностей для проведения лабораторных исследований, фактическое число случаев может быть значительно выше [2].

Страны Юго-Восточной Азии, включая Социалистическую Республику Вьетнам (СРВ, Вьетнам), относятся к числу неблагополучных регионов в отношении данной инфекции. Несмотря на отмечаемую в последние годы тенденцию к снижению заболеваемости во Вьетнаме, лептоспироз продолжает представлять значительную проблему для общественного здравоохранения. Согласно данным ряда научных исследований, около 10 % жителей Вьетнама инфицировано лептоспирами [3]. Основными источниками инфекции являются синантропные грызуны, крупный рогатый скот, свиньи и другие домашние животные. Синантропные грызуны, в первую очередь крысы, представляют наибольшую опасность в отношении лептоспироза во Вьетнаме, так как обитают в непосредственной близости от человека и в некоторых регионах страны традиционно употребляются в пищу [4]. Около 7 млн жителей Вьетнама

работают в отрасли свиноводства, а иммунная прослойка среди свиней в некоторых регионах (дельта Меконга) достигает 73 %, в связи с чем свиньи считаются главным источником инфекции среди сельскохозяйственных животных [5]. Наиболее часто инфицирование людей происходит при контакте с мочой больных животных или с загрязненной почвой и водой, где *Leptospira* spp. может сохраняться в течение длительного периода [6]. Информация о циркулирующих видах лептоспир в различных районах Вьетнама ограничена. Известно, что наиболее распространенными видами, вызывающими заболевания у людей, являются *Leptospira interrogans* и *Leptospira borgpetersenii*.

Для уточнения особенностей циркуляции возбудителей лептоспирозов на территории СРВ и прогнозирования эпидемиологической ситуации необходимо определить энзоотичные территории и видовой состав животных-носителей. Также известно, что одним из показателей циркуляции возбудителей лептоспирозов на определенной территории является выявление специфических антител класса IgG к возбудителю в сыворотках крови лиц, проживающих в данной местности [7].

С целью изучения циркуляции возбудителей лептоспироза в различных провинциях Вьетнама проведено исследование суспензий органов мелких млекопитающих, а также определение уровня иммунной прослойки населения, проживающего на обследуемых территориях.

Материалы и методы

В ходе эпизоотологического обследования 14 провинций Вьетнама, расположенных в северном,

центральной и южной частях страны (рис. 1), отловлено 2790 экземпляров мелких млекопитающих 66 видов. Отлов мелких млекопитающих проводили в период с марта 2019 по апрель 2024 г. с использованием стандартных методик количественного учета и отлова мелких млекопитающих ловушками Геро (давилками), капканами и живоловками, отлов рукокрылых – с применением орнитологических сетей, а также осуществляли ручной сбор в местах дневных убежищ (пещеры, заброшенные здания, растительность) [8, 9].

Дополнительно для оценки напряженности иммунитета местного населения в отношении лептоспироза проведено исследование 576 сывороток крови, полученных от практически здоровых людей в пяти северных провинциях Вьетнама: Дьенбьен (92), Хазян (100), Каобанг (100), Лангшон (192) и Сонла (92).

На осуществление исследований получено разрешение Этического комитета биомедицинских исследований Совместного Российско-Вьетнамского

Тропического научно-исследовательского и технологического центра (далее – Тропический центр) (сертификаты от 04.05.2019 № 1046/CN-HDDD, от 05.05.2022 № 1261/CN-HDDD и от 19.03.2024 № 854/CN-HDDD).

Работу выполняли на базе мобильной лаборатории мониторинга и диагностики, а также лаборатории токсикологии и тропических болезней Института тропической медицины с соблюдением требований СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» и нормативных документов, действующих на территории СРВ.

Для лабораторных исследований готовили 10 % суспензии внутренних органов (легкие + почки) в соответствии с МУ 1.3.2569-09. Выделение РНК проводили с использованием набора реагентов «АмплиПрайм РИБО-Преп» (ЦНИИЭ, Россия) согласно инструкции. Полученные пробы исследовали методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с применением тест-системы для выявления 16S РНК патогенных лептоспир «ЛПС» (ЦНИИЭ, Россия) согласно инструкции по применению.

Для проведения иммуносерологических исследований сформирована группа практически здоровых людей в возрасте от 18 лет, не имеющих психических расстройств и расстройств поведения в стадии обострения и добровольно участвующих в исследовании, независимо от пола, этнической принадлежности, религии, не беременных, проживающих в настоящее время во Вьетнаме. Сыворотки крови от обследуемых лиц забирали по общепринятой методике в количестве 3–5 мл в пробирки с активатором свертывания. Полученный материал от людей изучали методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием «Тест-системы иммуноферментной для выявления антител класса IgG к возбудителям лептоспироза «Лептоспироз-ИФА-IgG» (ООО «Омникс», Россия) согласно инструкциям производителя.

Молекулярно-генетические исследования для изучения образцов генетического материала *Leptospira* spp., полученных в результате работы, проводили как на базе ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора, так и Тропического центра. Для исследований в Российском противочумном институте «Микроб» использовали специфическую амплификацию ДНК с двумя парами праймеров на участок гена *lipL32* (*lipL32_45F* 5'-AAGCATATACCGCTTGTGGTG-3'; *lipL32_286R* 5'-GAACTCCCATTTTCAGCGATT-3') и участок гена *secY* (*SecYII* 5'-GAATTTCTCTTTTGATCTTCG-3'; *SecYIV* 5'-GAGTTAGAGCTCAAATCTAAG-3') [10, 11]. Полученные ПЦР-продукты секвенировали на генетическом анализаторе MinIon (Oxford Nanopore) с помощью набора Native Barcoding Kit 24 V14 и проточной ячейки R10.4.1.

На базе Тропического центра для исследования взяты праймеры на участок гена *lipL32*

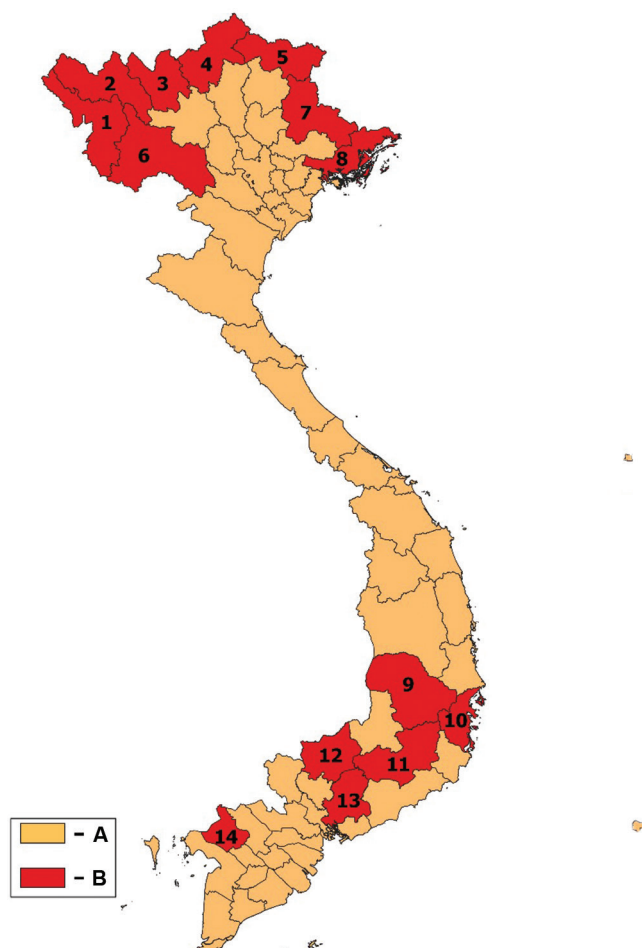


Рис. 1. Картограмма обследования территории Вьетнама [9]:

A – не обследованные провинции; B – обследованные провинции:

1 – Дьенбьен; 2 – Лайтяу; 3 – Лаокай; 4 – Хазян; 5 – Каобанг; 6 – Сонла; 7 – Лангшон; 8 – Куангнинь; 9 – Даклак; 10 – Кханьхоа; 11 – Ламдонг; 12 – Бинфьюк; 13 – Донгнай; 14 – Анзянг

Fig. 1. Map of the survey of the territory of Vietnam:

A – not surveyed provinces; B – surveyed provinces:

1 – Dien Bien; 2 – Lai Chau; 3 – Lao Cai; 4 – Ha Giang; 5 – Cao Bang; 6 – Son La; 7 – Lang Son; 8 – Quang Ninh; 9 – Dak Lak; 10 – Khanh Hoa; 11 – Lam Dong; 12 – Binh Phuoc; 13 – Dong Nai; 14 – An Giang

(ligBf: 5'-GCACTTCTTACTTCTATCGA-3' и ligBr: 5'-CAAGTTACAAGCTGAGTCAA-3'). Секвенирование получившихся фрагментов, размером 128 п.н., проводили с использованием генетического анализатора Applied Biosystems 3500xL Genetic Analyzer.

Наличие фрагмента нуклеотидной последовательности гена *lipL32* подтверждало принадлежность образцов к патогенным видам лептоспир, по полученному фрагменту гена *secY* определяли видовую принадлежность *Leptospira* spp., сравнивая их с базой банных NCBI GenBank с помощью алгоритма BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

При статистической обработке материала рассчитывали долю выявленных маркеров возбудителей в каждой выборке, 95 % доверительные интервалы (ДИ) для долей по методу Уилсона.

Результаты и обсуждение

При проведении эпизоотологического мониторинга в 14 провинциях Вьетнама отловлено 2790 экземпляров мелких млекопитающих, относящихся к 66 видам. При исследовании суспензий органов методом ПЦР маркеры патогенных лептоспир обнаружены в 282 пробах, полученных от мелких млекопитающих 20 различных видов: индийская бандикота (*Bandicota indica*), бирманская бандикота (*Bandicota savilei*), крыса Боверса (*Berylmys bowersi*), малая гимнура (*Hylomys suillus*), длиннохвостая гигантская крыса Эдвардса (*Leopoldemys edwardsi*), красная

колючая крыса (*Maxomys surifer*), белка Бердмора (*Menetes berdmorei*), сиккимская мышь (*Mus pahari*), конфуцианская крыса (*Niviventer confucianus*), каштановая белобрюхая крыса (*Niviventer fulvescens*), сиккимская крыса (*Rattus andamanensis*), серебристообрюхая крыса (*Rattus argentiventer*), малая крыса (*Rattus exulans*), малая рисовая крыса (*Rattus losea*), гималайская крыса (*Rattus nitidus*), серая крыса (*Rattus norvegicus*), азиатская крыса (*Rattus tanezumi*), летучая собака Жоффруа (*Rousettus amplexicaudatus*), домовая землеройка (*Suncus murinus*), мешкокрыл Теобальда (*Taphozus teobaldi*) (таблица).

Положительные результаты выявлены в образцах, полученных во всех 14 провинциях в различных биотопах: природных, агроценозах, селитебной зоне, – при этом большинство положительных проб выявлено в провинциях Донгнай, Хазянг, Анзянг, Лангшон (рис. 2). При анализе полученных данных установлено, что наибольшее количество положительных проб обнаружено у грызунов, обитающих в агроценозе (52,7 %), что значительно увеличивает риск заражения лептоспирозом населения обследованных провинций в связи с высокой занятостью его в сельскохозяйственной отрасли [10, 11].

На базе ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора проведено секвенирование 15 положительных проб от *R. norvegicus*, собранных в провинциях Хазянг (10) и Лангшон (5). Идентификация проводилась путем сравнения полученных нуклеотидных последова-

Распределение положительных образцов по видам мелких млекопитающих
Distribution of positive samples by small mammal species

Вид мелкого млекопитающего Species of small mammal	Количество исследованных проб Number of tested samples	Количество положительных проб Number of positive samples	% положительных результатов (95 % ДИ) % of positive results (95 % CI)
<i>Bandicota indica</i>	140	17	12,1 (7,7–18,6)
<i>Bandicota savilei</i>	21	6	28,5 (9,2–47,8)
<i>Berylmys bowersi</i>	46	2	4,3 (1,2–14,5)
<i>Hylomys suillus</i>	6	1	16,6 (3,1–56,3)
<i>Leopoldemys edwardsi</i>	38	6	15,7 (4,2–27,3)
<i>Maxomys surifer</i>	44	3	6,8 (2,3–18,2)
<i>Menetes berdmorei</i>	1	1	100 (20,6–100,0)
<i>Mus pahari</i>	4	1	25 (4,5–69,9)
<i>Niviventer confucianus</i>	3	2	66,6 (20,7–93,8)
<i>Niviventer fulvescens</i>	3	3	100 (43,8–100,0)
<i>Rattus andamanensis</i>	240	24	10 (6,2–13,8)
<i>Rattus argentiventer</i>	121	23	19 (13,0–26,9)
<i>Rattus exulans</i>	159	6	3,7 (1,3–7,2)
<i>Rattus losea</i>	10	1	10 (1,8–40,4)
<i>Rattus nitidus</i>	557	51	9,1 (6,9–11,6)
<i>Rattus norvegicus</i>	654	81	12,4 (9,5–14,5)
<i>Rattus tanezumi</i>	511	37	7,2 (5,1–9,6)
<i>Rousettus amplexicaudatus</i>	59	7	11,8 (5,9–22,5)
<i>Suncus murinus</i>	47	6	12,7 (5,9–25,2)
<i>Taphozus teobaldi</i>	6	4	66,6 (30,0–90,3)

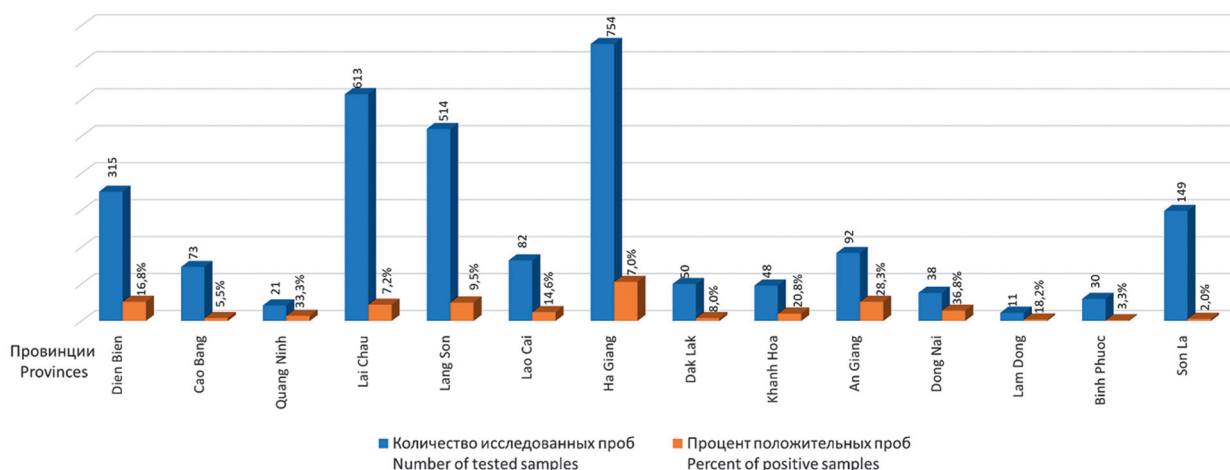


Рис. 2. Распределение положительных образцов по обследуемым провинциям

Fig. 2. Distribution of positive samples by provinces surveyed

тельностью гена *secY* с данными международной базы NCBI. Установлено, что все образцы относятся к виду *L. interrogans*, патогенному для человека.

На базе Тропического центра проведено секвенирование 61 образца, собранного за время экспедиционной работы в провинциях Ламдонг (1), Донгнай (11), Анзянг (18), Биньфуок (1), Дьенбьен (11), Лангшон (12), Хазянг (2), Лайтяу (2), Сонла (2) от грызунов, относящихся к видам *N. fulvescens*, *B. indica*, *B. savilei*, *R. norvegicus*, *R. argentiventer*, *R. nitidus*, *R. tanezumi*, *R. andamanensis*, *M. surifer*, *R. exulans*, а также от рукокрылых, относящихся к видам *R. amplexicaudatus*, *T. teobaldi*. Из 61 пробы 34 идентифицированы как *L. interrogans*, 25 – как *L. borgpetersenii* и 2 – как *L. mayottensis*.

При этом наибольшее количество образцов, относящихся к виду *L. borgpetersenii*, выявлено в южных провинциях СРВ, *L. mayottensis* – в провинциях Лангшон и Сонла (Северный Вьетнам), тогда как циркуляция *L. interrogans* зарегистрирована на всех обследуемых территориях. Патогенные лептоспирры, обнаруженные при исследовании рукокрылых *R. amplexicaudatus*, *T. teobaldi*, относились к видам *L. interrogans* и *L. mayottensis* соответственно.

С целью изучения иммунной прослойки жителей северных провинций Вьетнама к возбудителям лептоспироза на базе Тропического центра методом ИФА проведено исследование 770 сывороток, полученных в провинциях Дьенбьен (150), Хазянг (100), Каобанг (100), Лангшон (270) и Сонла (150). В результате у 8,0 % (ДИ 6,1–9,9 %) обследуемых лиц выявлены специфические антитела класса IgG к *Leptospira* spp. Положительные пробы получены во всех возрастных группах, при этом четкой зависимости уровня иммунной прослойки от гендерной принадлежности и возраста не наблюдалось. Антитела выявлены у 7,6 % (ДИ 4,4–10,8 %) обследованных лиц мужского пола и 7,4 % (ДИ 5,1–9,7 %) – женского. Полученные результаты в целом согласуются с данными зарубежных авторов об уровне иммунной

прослойки местного населения к возбудителям лептоспироза, когда при исследовании сывороток крови практически здоровых людей из трех провинций Вьетнама, расположенных в северном, центральном и южном районах, специфические антитела были выявлены в 9,5 % образцов [12].

Во время взятия материала для исследования проводилось анкетирование местных жителей в отношении настороженности к природно-очаговым инфекциям с целью определения контингентов риска заражения различных ландшафтных и социально-экономических зон Вьетнама болезнями, источниками которых являются грызуны и их эктопаразиты [13]. В результате опроса установлено, что практически все местные жители имеют контакт с грызунами либо по месту жительства, либо по месту работы. Также среди респондентов выделено 15 профессиональных и социальных групп людей. Наличие антител класса IgG выявлено в сыворотках крови местных жителей, которых можно отнести к 5 профессиональным группам. При этом подавляющее большинство положительных проб выявлено среди лиц, занятых в сельском хозяйстве (72,5 %; ДИ 61,4–83,6 %). Антитела класса IgG к возбудителям лептоспироза также обнаружены среди разнорабочих, медицинского персонала, учителей, государственных служащих и безработных. Выявление значительного количества положительных результатов в пробах, полученных от сельскохозяйственных работников, является закономерным в связи с высокой заселенностью обрабатываемых полей мелкими млекопитающими и обилием кормов, привлекающих грызунов, в том числе крыс, в сельскохозяйственные постройки. Результаты исследования подтверждают, что население Вьетнама, занятое в сельскохозяйственной отрасли, является основной профессиональной группой риска по лептоспирозу, что согласуется с данными из Таиланда, Индонезии и других стран Азиатско-Тихоокеанского региона [14, 15]. Контакт с инфицированной водой, почвой и

животными, особенно в условиях тропического климата, создает благоприятные условия для заражения лептоспирозом [16, 17]. Исследование, проведенное в Шри-Ланке, показало, что почти половина пациентов с лептоспирозом (43,5 %) были работниками рисовых полей [18].

Полученные результаты исследования свидетельствуют о повсеместном распространении возбудителей лептоспироза во Вьетнаме. Высокий уровень инфицированности мелких млекопитающих (10,1 % – 282 из 2790; ДИ 8,89–11,2 %) указывает на активную циркуляцию лептоспир в природных и антропогенных биотопах. Высокий уровень иммунной прослойки к возбудителям лептоспироза среди сельскохозяйственных работников подчеркивает профессиональный риск заражения данной инфекцией.

Дальнейший интерес представляет определение видов циркулирующих лептоспир и основных носителей среди мелких млекопитающих в других провинциях Вьетнама, выявление эпидемиологических особенностей лептоспироза во Вьетнаме в зависимости от климатических, географических и социальных условий.

В связи с высокой инфицированностью мелких млекопитающих различными видами лептоспир, отсутствием эпидемиологического надзора за данной инфекцией целесообразным также является районирование территорий страны в зависимости от интенсивности эпидемических проявлений лептоспироза и разработка рекомендаций, направленных на снижение риска заражения, для населения, особенно для лиц, занятых в сельском хозяйстве.

Работа выполнена в рамках реализации договора о научно-техническом сотрудничестве в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия по чуме и другим опасным инфекционным болезням между ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора и Совместным Российско-Вьетнамским Тропическим научно-исследовательским и технологическим центром.

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

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

Биоэтика. На осуществление исследований получено разрешение Этического комитета биомедицинских исследований Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра (сертификаты от 04.05.2019 № 1046/CN-HDDD, от 05.05.2022 № 1261/CN-HDDD и от 19.03.2024 № 854/CN-HDDD).

Список литературы

1. Соболева Г.Л., Ананьина Ю.В., Непоклонова И.В. Актуальные вопросы лептоспироза людей и животных. *Российский ветеринарный журнал*. 2017; (8):14–8.

2. Dunay S., Bass J., Stremick J. Leptospirosis: a global health burden in review. *EmergMed (Los Angeles)*. 2016; 6(5):336. DOI: 10.4172/2165-7548.1000336.

3. Токаревич Н.К., Блинова О.В. Лептоспироз во Вьетнаме. *Инфекция и иммунитет*. 2022; 12(6):1019–28. DOI: 10.15789/2220-7619-LIV-1988.

4. Koizumi N., Morita M., Pheng V., Wann C., Masuoka H., Higa Y., Wada T., Hirayama K., Ohnishi M., Miura K. Rat trade and leptospirosis: Molecular epidemiology of *Leptospira* species in rats exported from Cambodia to Vietnam. *Transbound Emerg. Dis.* 2022; 69(3):1641–8. DOI: 10.1111/tbed.14077.

5. Boqvist S., Chau B.L., Gunnarsson A., Olsson Engvall E., Vågsholm I., Magnusson U. Animal- and herd-level risk factors for leptospiral seropositivity among sows in the Mekong delta, Vietnam. *Prev. Vet. Med.* 2002; 53(3):233–45. DOI: 10.1016/s0167-5877-(01)00263-x.

6. Bierque E., Thibeaux R., Girault D., Soupé-Gilbert M.E., Goarant C. A systematic review of *Leptospira* in water and soil environments. *PLoS One*. 2020; 15(1):e0227055. DOI: 10.1371/journal.pone.0227055.

7. Найденова Е.В., Карташов М.Ю., Бойко А.В., Сафронов В.А., Лопатин А.А., Кутырев И.В., Васар Л., Voumbaly S., Коломоец Е.В., Kalivogui S., Boiro M.Y., Щербакowa C.A. Определение уровня иммунной прослойки населения Гвинейской Республики к возбудителям лептоспироза. *Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы*. 2019; (2):39–43. DOI: 10.18565/epidem.2019.9.2.39-43.

8. Lunde D., Nguyen Truong Son. An Identification Guide to the Rodents of Viet Nam. New York: Center for Biodiversity and Conservation, American Museum of Natural History; 2001. 80 p.

9. Крускоп С.В. Рукокрылые Вьетнама. Аннотированный список и руководство к определению. 2-е изд., перераб. и доп. Серия Биоразнообразие Вьетнама. М.; 2013. 300 с.: 70 илл., 52 фото, цветная вклейка. (На англ. яз.)

10. Поршаков А.М., Чумачкова Е.А., Касьян Ж.А., Оглодин Е.Г., Мо Л., Кыонг В., Тоан Ч., Нга Б. Результаты эпизоотологического обследования на чуму и другие зоонозы в северных провинциях Социалистической Республики Вьетнам весной 2019 г. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2020; (1):133–8. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-133-138.

11. Maitah K., Smutka L., Sahatqija J., Maitah M., Phuong Anh N. Rice as a determinant of vietnamese economic sustainability. *Sustainability*. 2020; 12(12):5123. DOI: 10.3390/su12125123.

12. Tran V.D., Mai L.T.P., Thu N.T., Linh B.K., Than P.D., Quyet N.T., Dung L.P., Mai T.N.P., Hanh N.T.M., Hai H., Duong T.N., Anh D.D. Seroprevalence and serovar distribution of Leptospirosis among healthy people in Vietnam: Results from a multi-center study. *Clin. Epidemiol. Glob. Health*. 2021; 10:100700. DOI: 10.1016/j.cegh.2021.100700.

13. Чумачкова Е.А., Поршаков А.М., Лыонг Т.М., Буй Т.Т., Данг Т.В., Щербакowa C.A. Определение контингента риска заражения природно-очаговыми болезнями на территории Вьетнама методом анкетирования. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНУСО*. 2023; 31(9):64–71. DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-9-64-71.

14. Della Rossa P., Tantrakarnapa K., Sutdan D., Kasetsinsombat K., Cosson J.F., Supputamongkol Y., Chaisiri K., Tran A., Supputamongkol S., Binot A., Lajaunie C., Morand S. Environmental factors and public health policy associated with human and rodent infection by leptospirosis: a land cover-based study in Nan province, Thailand. *Epidemiol. Infect.* 2016; 144(7):1550–62. DOI: 10.1017/S0950268815002903.

15. Sakundarno M., Bertolatti D., Maycock B., Spickett J., Dhaliwal S. Risk factors for leptospirosis infection in humans and implications for public health intervention in Indonesia and the Asia-Pacific region. *Asia Pac. J. Public Health*. 2014; 26(1):15–32. DOI: 10.1177/1010539513498768.

16. Faisal S.M., McDonough S.P., Chang Y.-F. *Leptospira*: invasion, pathogenesis and persistence. In: Embers M.E., editor. The Pathogenic Spirochetes: Strategies for Evasion of Host Immunity and Persistence. Boston: Springer US; 2012. P. 143–72. DOI: 10.1007/978-1-4614-5404-5_8.

17. Haake D.A., Leveff P.N. Leptospirosis in humans. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 2015; 387:65–97. DOI: 10.1007/978-3-662-45059-8_5.

18. Managing Leptospirosis outbreaks. A publication of Epidemiological Unit, Ministry of Healthcare & Nutrition Sri Lanka. Weekly Epidemiological Report. 2007; 34(47):1–2. [Электронный ресурс]. URL: https://www.epid.gov.lk/storage/post/pdfs/vol_34_no_47_english.pdf (дата обращения 15.05.2023).

References

1. Soboleva G.L., Ananyina Y.V., Nepoklonova I.V. [Actual problems of human and animal leptospirosis]. *Rossiiskij Veterinarny Zhurnal [Russian Veterinary Journal]*. 2017; (8):14–8.

2. Dunay S., Bass J., Stremick J. Leptospirosis: a global health burden in review. *EmergMed (Los Angeles)*. 2016; 6(5):336. DOI: 10.4172/2165-7548.1000336.
3. Tokarevich N.K., Blinova O.V. [Leptospirosis in Vietnam]. *Infektsiya i Immunitet [Russian Journal of Infection and Immunity]*. 2022; 12(6):1019–28. DOI: 10.15789/2220-7619-LIV-1988.
4. Koizumi N., Morita M., Pheng V., Wann C., Masuoka H., Higa Y., Wada T., Hirayama K., Ohnishi M., Miura K. Rat trade and leptospirosis: Molecular epidemiology of *Leptospira* species in rats exported from Cambodia to Vietnam. *Transbound Emerg. Dis.* 2022; 69(3):1641–8. DOI: 10.1111/tbed.14077.
5. Boqvist S., Chau B.L., Gunnarsson A., Olsson Engvall E., Vågsholm I., Magnusson U. Animal- and herd-level risk factors for leptospiral seropositivity among sows in the Mekong delta, Vietnam. *Prev. Vet. Med.* 2002; 53(3):233–45. DOI: 10.1016/s0167-5877-(01)00263-x.
6. Bierque E., Thibeaux R., Girault D., Soupé-Gilbert M.E., Goarant C. A systematic review of *Leptospira* in water and soil environments. *PLoS One*. 2020; 15(1):e0227055. DOI: 10.1371/journal.pone.0227055.
7. Naidenova E.V., Kartashov M.Yu., Boyko A.V., Safronov V.A., Lopatin A.A., Kutryev I.V., Bacar I., Boumbaly S., Kolomoets E.V., Kalivogui S., Boiro M.Y., Shcherbakova S.A. [Determination of the level of the immune stratum of the population of the Republic of Guinea to the causative agents of leptospirosis]. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy [Epidemiology and Infectious Diseases. Current Issues]*. 2019; (2):39–43. DOI: 10.18565/epidem.2019.9.2.39-43.
8. Lunde D., Nguyen Truong Son. An Identification Guide to the Rodents of Viet Nam. New York: Center for Biodiversity and Conservation, American Museum of Natural History; 2001. 80 p.
9. Kruskop S.V. Bats of Vietnam. Checklist and an Identification Manual. 2nd edition, revised and updated. Biodiversity of Vietnam Series. Moscow; 2013. 300 p., 70 fig., 52 photos, color paste.
10. Porshakov A.M., Chumachkova E.A., Kas'yan Zh.A., Oglodin E.G., Mo L., Cuong V., Toan Ch., Nga B. [Results of epizootiological survey on plague and other zoonotic infections in the northern provinces of the Socialist Republic of Vietnam during spring months of 2019]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2020; (1):133–8. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-1-133-138.
11. Maitah K., Smutka L., Sahatqija J., Maitah M., Phuong Anh N. Rice as a determinant of vietnamese economic sustainability. *Sustainability*. 2020; 12(12):5123. DOI: 10.3390/su12125123.
12. Tran V.D., Mai L.T.P., Thu N.T., Linh B.K., Than P.D., Quyet N.T., Dung L.P., Mai T.N.P., Hanh N.T.M., Hai H., Duong T.N., Anh D.D. Seroprevalence and serovar distribution of Leptospirosis among healthy people in Vietnam: Results from a multi-center study. *Clin. Epidemiol. Glob. Health*. 2021; 10:100700. DOI: 10.1016/j.cegh.2021.100700.
13. Chumachkova E.A., Porshakov A.M., Luong T.M., Bui T.T., Dang T.V., Shcherbakova S.A. [Identification of contingents at risk of natural focal diseases in Vietnam using a questionnaire-based survey]. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya [Public Health and Life Environment]*. 2023; 31(9):64–71. DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-9-64-71.
14. Della Rossa P., Tantrakarnapa K., Sutdan D., Kasetsinsombat K., Cosson J.F., Supputamongkol Y., Chaisiri K., Tran A., Supputamongkol S., Binot A., Lajaunie C., Morand S. Environmental factors and public health policy associated with human and rodent infection by leptospirosis: a land cover-based study in Nan province, Thailand. *Epidemiol. Infect.* 2016; 144(7):1550–62. DOI: 10.1017/S0950268815002903.
15. Sakundarno M., Bertolatti D., Maycock B., Spickett J., Dhaliwal S. Risk factors for leptospirosis infection in humans and implications for public health intervention in Indonesia and the Asia-Pacific region. *Asia Pac. J. Public Health*. 2014; 26(1):15–32. DOI: 10.1177/1010539513498768.
16. Faisal S.M., McDonough S.P., Chang Y.-F. *Leptospira*: invasion, pathogenesis and persistence. In: Embers M.E., editor. The Pathogenic Spirochetes: Strategies for Evasion of Host Immunity and Persistence. Boston: Springer US; 2012. P. 143–72. DOI: 10.1007/978-1-4614-5404-5_8.
17. Haake D.A., Levett P.N. Leptospirosis in humans. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 2015; 387:65–97. DOI: 10.1007/978-3-662-45059-8_5.
18. Managing Leptospirosis outbreaks. A publication of Epidemiological Unit, Ministry of Healthcare & Nutrition Sri Lanka. Weekly Epidemiological Report. 2007; 34(47):1–2. (Cited 15 May 2025). [Internet]. Available from: https://www.epid.gov.lk/storage/post/pdfs/vol_34_no_47_english.pdf.

Authors:

Kas'yan Zh.A., Sharova I.N., Porshakov A.M., Zyryanova A.G., Chumachkova E.A., Mikheeva E.A., Katyshev A.D., Katyshev S.D., Krasnov Ya.M., Senichkina A.M. Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe". 46, Universitetskaya St., Saratov, 410005, Russian Federation. E-mail: rusrapi@microbe.ru.

Le Thi Lan Anh, Vo Viet Cuong. Joint Vietnam-Russia Tropical Research and Technology Center. Hanoi, Socialist Republic of Vietnam.

Luong Thi Mo. Southern Branch of the Joint Vietnam-Russia Tropical Research and Technology Center. Ho Chi Minh City, Socialist Republic of Vietnam.

Об авторах:

Касьян Ж.А., Шарова И.Н., Поршаков А.М., Зырянова А.Г., Чумачкова Е.А., Михеева Е.А., Катыев А.Д., Катыев С.Д., Краснов Я.М., Сеничкина А.М. Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб». Российская Федерация, 410005, Саратов, ул. Университетская, 46. E-mail: rusrapi@microbe.ru.

Le Thi Lan Anh, Vo Viet Cuong. Совместный Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический центр. Социалистическая Республика Вьетнам, Ханой.

Luong Thi Mo. Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра. Социалистическая Республика Вьетнам, Хошимин.