

Оригинальное исследование
<https://doi.org/10.36233/0372-9311-557>



Современные данные о циркуляции возбудителя лихорадки Ку на территории Гвинейской Республики

Найденова Е.В.^{1,✉}, Захаров К.С.¹, Агафонов Д.А.¹, Карташов М.Ю.², Сеничкина А.М.¹, Халилов Э.С.³, Ibrahim A.B.⁴, Bah M.B.⁴, Nouridine I.^{4,5}, Токаревич Н.К.³, Boumbaly S.^{4,5}, Sidime Y.⁶, Щербакова С.А.¹, Кутырев В.В.¹

¹Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб», Саратов, Россия;

²Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», р.п. Кольцово, Россия;

³Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия;

⁴Исследовательский институт прикладной биологии Гвинеи, Киндиа, Гвинейская Республика;

⁵Исследовательский центр вирусологии, Конакри, Гвинейская Республика;

⁶Институт медицинской ветеринарии, Далаба, Гвинейская Республика

Аннотация

Введение. Лихорадка Ку является наиболее изученным зоонозом, широко распространённым практически на всей территории Африки, исключая территорию Сахары. Однако сведения о заболеваемости коксиейлезом и циркуляции *Coxiella burnetii* на этом континенте являются ограниченными и неоднородными. В Гвинейской Республике в 1980–1990 гг. на базе Советско-Гвинейской научно-исследовательской вирусологической и микробиологической лаборатории проводились исследования по изучению распространения возбудителя лихорадки Ку, получены данные об иммунной прослойке населения и выявлены специфические антитела в сыворотках крови сельскохозяйственных животных. В последующие годы исследования были приостановлены.

Цель работы — получение современных данных о распространении *C. burnetii* на территории всех ландшафтно-географических зон Гвинейской Республики.

Материалы и методы. Исследования проводили в лаборатории Российско-Гвинейского центра эпидемиологии и профилактики инфекционных болезней (Киндиа, Гвинейская Республика), для чего были получены 332 сыворотки крови лихорадящих больных и 3156 сывороток крови практически здоровых людей, 1074 образца крови сельскохозяйственных животных, 1648 суспензий клещей, 319 экземпляров мелких млекопитающих и 298 — рукокрылых. Исследование проводили методами иммуноферментного анализа и полимеразной цепной реакции, отдельные образцы подвергали углублённому генетическому анализу.

Результаты и обсуждение. Проведено изучение распространения *C. burnetii* на территории всех ландшафтно-географических зон Гвинейской Республики. Впервые выявлен и подтверждён лабораторными методами случай заболевания человека лихорадкой Ку. Установлена роль сельскохозяйственных животных, мелких млекопитающих и рукокрылых в циркуляции возбудителя. Показано, что основными переносчиками на территории Гвинеи являются иксодовые клещи видов *Amblyomma variegatum*, *Hyalomma truncatum* и *Rhipicephalus decoloratus*. При проведении молекулярно-генетических исследований выявлены штаммы *C. burnetii*, несущие плазмиду QpH1, способные вызывать заболевания людей и животных. Определены полные нуклеотидные последовательности 16S рРНК возбудителя лихорадки Ку, обнаруженного на территории Гвинеи, которые в последующем зарегистрированы в базе данных GenBank (OQ152497–OQ152500).

Заключение. С учётом полученных сведений о распространении возбудителя лихорадки Ку актуальной задачей остается продолжение изучения особенностей циркуляции *C. burnetii* на территории Гвинеи. Регулярный мониторинг и оценка факторов риска возникновения заболеваний, вызываемых коксиейлезом, позволят разработать алгоритм лабораторной диагностики и рекомендации для врачей.

Ключевые слова: лихорадка Ку, *Coxiella burnetii*, случаи заболевания, иммунная прослойка, носители и переносчики, Гвинейская Республика

Этическое утверждение. Исследование проводили при информированном согласии пациентов или их официальных представителей. Протокол исследования одобрен решением Национального этического комитета Министерства здравоохранения Гвинейской Республики (протокол № 129/CNERS/16 от 31.08.2015). Авторы подтверждают соблюдение институциональных и национальных стандартов по использованию лабораторных животных в соответствии с «Consensus Author Guidelines for Animal Use» (IAVES, 23.07.2010). Исследование одобрено комиссией по биоэтике Российского противочумного института «Микроб» (протокол № 8 от 21.11.2023).

Благодарность. Авторский коллектив выражает благодарность за помощь в сборе материала руководству и сотрудникам лаборатории вирусных геморрагических лихорадок (Исследовательский центр вирусологии, Конакри, Гвинейская Республика), региональных госпиталей городов Конакри, Боке, Боффа, Коя, Маму, Киндиа,

Лабе, Нзерекоре, Канкан, Дабола, Далаба, Фарана, а также сотрудникам Института прикладной биологии Гвинеи и Института медицинской ветеринарии (Гвинейская Республика).

Источник финансирования. Исследования проводились в рамках распоряжений Правительства РФ № 1448-р от 25.07.2015, № 2904-р от 22.12.2017 и № 2985-р от 14.11.2020 о российско-гвинейском научно-техническом сотрудничестве в области эпидемиологии, профилактики и мониторинга бактериальных и вирусных инфекций в Гвинейской Республике.

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

Для цитирования: Найденова Е.В., Захаров К.С., Агафонов Д.А., Карташов М.Ю., Сеничкина А.М., Халилов Э.С., Ibrahim A.B., Bah M.B., Nouridine I., Токаревич Н.К., Boumbaly S., Sidime Y., Щербаклова С.А., Кутырев В.В. Современные данные о циркуляции возбудителя лихорадки Ку на территории Гвинейской Республики. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2024;101(5):606–618.
DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-557>
EDN: <https://www.elibrary.ru/tezljr>

Original Study Article

<https://doi.org/10.36233/0372-9311-557>

Current data on the circulation of the Q fever pathogen in the Republic of Guinea

Ekaterina V. Naidenova^{1✉}, Kirill S. Zakharov¹, Dmitrii A. Agafonov¹, Mikhail Yu. Kartashov², Aislu M. Senichkina¹, Erik S. Khalilov³, Abdoul B. Ibrahim⁴, Mamadou B. Bah⁴, Ibrahim Nouridine^{4,5}, Nikolai K. Tokarevich³, Sanaba Boumbaly^{4,5}, Ysuf Sidime⁶, Svetlana A. Shcherbakova¹, Vladimir V. Kuttyrev¹

¹Russian Research Anti-Plague Institute «Microbe», Saratov, Russia;

²State Scientific Center of Virology and Biotechnology «Vector», Kol'tsovo, Russia;

³Saint Petersburg Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology, St. Petersburg, Russia;

⁴Research Institute of Applied Biology of Guinea, Kindia, Republic of Guinea;

⁵Virology Research Center, Conakry, Republic of Guinea;

⁶Institute of Veterinary Medicine, Dalaba, Republic of Guinea

Abstract

Background. Q fever is the one of the best-studied zoonoses, which is widespread throughout almost the entire territory of Africa, excluding the territory of the Sahara. However, the current data on the incidence of coxiellosis and the circulation of *Coxiella burnetii* on this continent are limited and vary according different sources.

In 1980–1990, the Soviet-Guinean Research Virology and Microbiology Laboratory conducted studies to estimate the distribution of the Q fever pathogen, assess the herd immunity in humans and identify specific antibodies in the sera of livestock. However, in subsequent years, the research was suspended.

The aim of this study is to obtain up-to-date data on the distribution of *C. burnetii* in all landscape and geographical zones of the Republic of Guinea.

Materials and methods. The study was carried out in the laboratory of the Russian-Guinean Center for Epidemiology and Prevention of Infectious Diseases (Kindia, Republic of Guinea). The study involved 332 sera of febrile patients and 3156 sera from practically healthy volunteers, 1074 blood samples of livestock, 1648 suspensions of ticks, 319 specimens of small mammals and 298 of bats. The study was carried out using ELISA and PCR methods, selected samples were subjected to in-depth genetic analysis.

Results and discussion. The study of the distribution of *C. burnetii* on the territory of all landscape-geographical zones of the Republic of Guinea was carried out. For the first time, an officially registered case of human Q fever case has been identified. The role of livestock, small mammals and bats in the circulation of the pathogen has been established. It has been shown that the main vectors in Guinea are ixodid ticks of the *Amblyomma variegatum*, *Hyalomma truncatum* and *Rhipicephalus decoloratus* species. Employing molecular methods, *C. burnetii* strains carrying the QpH1 plasmid, capable of causing diseases in humans and animals were identified. For the first time, the complete nucleotide sequence of 16S rRNA of the Q fever pathogen (OQ152497–OQ152500) identified on the territory of Guinea was determined and registered in the GenBank database.

Conclusion. Taking into account the high epidemiological significance of Q fever, the study of the specifics of *C. burnetii* circulation in Guinea remains an urgent task. Regular monitoring and assessment of risk factors for diseases caused by coxiella are necessary for the development of an algorithm for laboratory diagnosis and recommendations for clinicians.

Keywords: Q fever, *Coxiella burnetii*, cases of the disease, immune stratum, carriers and vectors, Republic of Guinea

Ethics approval. The study was conducted with informed consent of patients or their official representatives. The study protocol was approved by the decision of the National Ethical Committee of the Ministry of Health of the Republic of Guinea (protocol No. 129/CNERS/16 of August 31, 2015). The authors confirm compliance with institutional and national standards for the use of laboratory animals in accordance with the "Consensus Author Guidelines for Animal Use" (IAVES, July 23, 2010). The study was approved by the Bioethics Commission of the Russian Anti-Plague Institute "Microbe" (Protocol No. 8 of November 11, 2023).

Acknowledgement. The authors are grateful to the management and staff of the Viral Hemorrhagic Fever Laboratory (Conakry), the regional hospitals of Conakry, Boké, Boffa, Coyah, Mamou, Kindia, Labé, Nzérékoré, Kankan, Dabola, Dalaba, Faranah, and the Institute of Applied Biology of Guinea (Kindia) and the Institute of Medical Veterinary Medicine (Dalaba) (Republic of Guinea) for their help in collecting the material.

Funding source. The research was conducted within the framework of the orders of the Government of the Russian Federation No. 1448-r dated July 25, 2015, No. 2904-r dated December 22, 2017 and No. 2985-r dated November 14, 2020 on Russian-Guinean scientific and technical cooperation in the field of epidemiology, prevention and monitoring of bacterial and viral infections in the Republic of Guinea.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Naidenova E.V., Zakharov K.S., Agafonov D.A., Kartashov M.Yu., Senichkina A.M., Khalilov E.S., Ibrahim A.B., Bah M.B., Nouridine I., Tokarevich N.K., Boumbaly S., Sidime Y., Shcherbakova S.A., Kutuyev V.V. Current data on the circulation of the Q fever pathogen in the Republic of Guinea. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology.* 2024;101(5):606–618.

DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-557>

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

Введение

Лихорадка Ку, или коксиеллёз, — общее для человека и животных природно-очаговое заболевание, этиологическим агентом которого являются бактерии *Coxiella burnetii* (семейство *Legionellaceae*, класс *Gammaproteobacteria*), характеризующееся полиморфизмом клинической картины у человека и разнообразными механизмами передачи возбудителя. В природных очагах основным переносчиком *C. burnetii* считаются иксодовые, реже аргасовые клещи, а резервуаром — дикие млекопитающие, среди сельскохозяйственных животных — мелкий (МРС) и крупный рогатый скот (КРС) [1, 2].

Заболевание у людей протекает в виде лихорадки с общетоксическими симптомами с возможным переходом в хроническую форму. В связи с широким распространением инфекции, многообразием путей передачи (контактный, пищевой, воздушно-пылевой) лихорадка Ку представляет важную медико-социальную проблему во всём мире.

Помимо этого данная инфекционная болезнь имеет и важное ветеринарное значение, т. к. вызывает репродуктивные нарушения (аборты и мертворождения) у КРС и МРС, что влечёт значительные экономические потери, особенно в тех регионах, где животноводство является основной отраслью сельскохозяйственного производства [2].

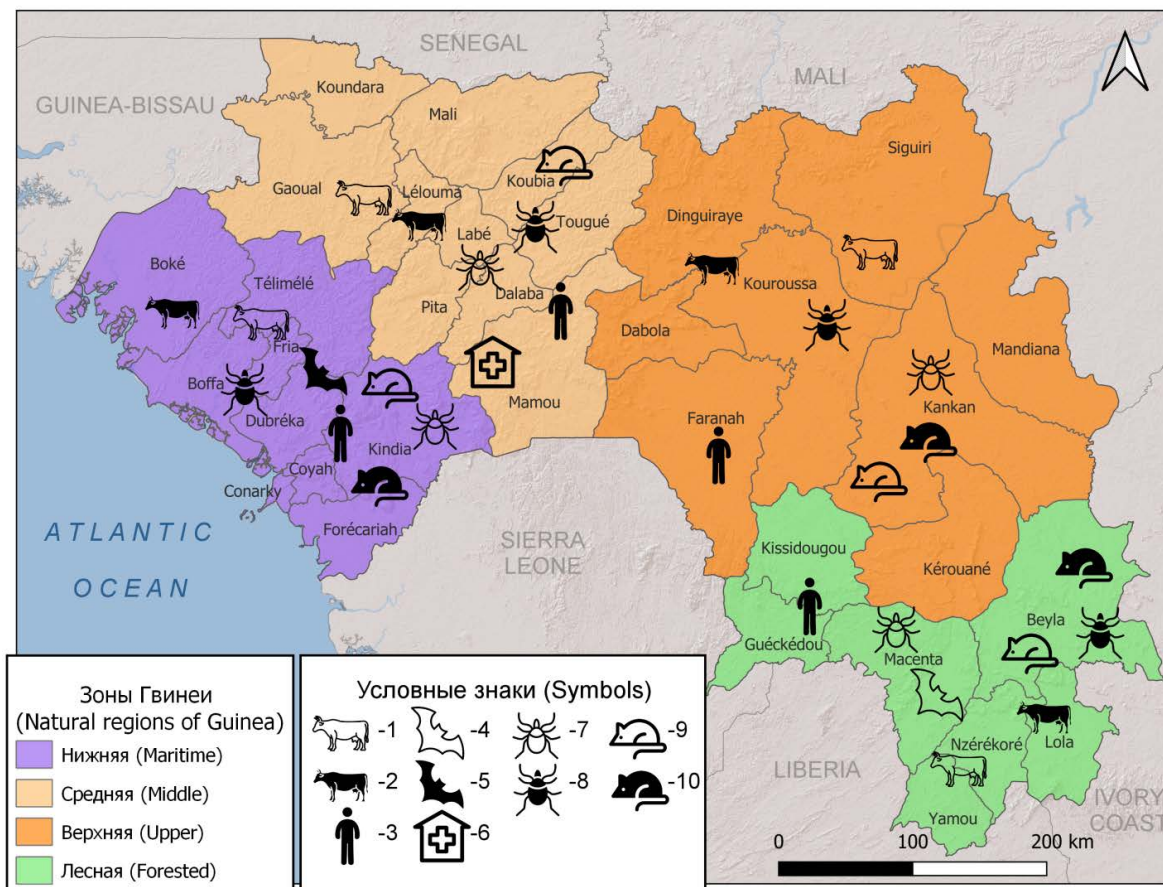
Коксиеллёз является одним из наиболее изученных зоонозов на территории Африки. Появляются новые свидетельства того, что инфицирование *C. burnetii* является причиной лихорадочных заболеваний, не связанных с малярией, и внебольничной пневмонии во многих африканских странах. Однако современные сведения о заболеваемости лихорадкой Ку и циркуляции *C. burnetii* на этом континенте являются ограниченными и неоднородными [3].

Имеющиеся публикации о предыдущих исследованиях указывают на достаточно высокий уровень выявления специфических антител к возбудителю у населения некоторых африканских стран [4–9]. Например, при исследовании образцов сывороток крови жителей отдельных населённых пунктов региона Син-Салум (Республика Сенегал) показано, что специфические антитела к *C. burnetii* были выявлены в 3,7–24,8% образцов (в зависимости от места проживания обследуемых лиц) [5]. Схожие данные получены при проведении иммуносерологического мониторинга в общинах скотоводов в округе Марсабит на севере Кении, когда положительные результаты были получены в 13,2% случаев [6]. Вероятность выявления иммунологических маркеров у мужчин в Кении была значительно выше, чем у женщин [7].

Показано, что племена скотоводов подвержены наиболее высокому риску заражения коксиеллёзом из-за их кочевого образа жизни и хорошо сохранившихся традиций, которые повышают вероятность употребления в пищу некипячённых молочных продуктов и сырого мяса инфицированных животных. Не исключено также, что заражение происходит при контакте с мочой, фекалиями, кровью заражённых животных, а также околородными водами после аборта или доношенных родов [6–9].

Известно и то, что лихорадка Ку вызывает значительные потери среди не только сельскохозяйственных, но и диких животных: антилоп, жирафов, львов и гепардов, нанося непоправимый урон численности этих редких млекопитающих [10].

Данная инфекционная болезнь приобретает актуальность и в качестве «болезни путешественников» в связи с популяризацией Африканского континента и стремительно развивающимся туризмом на данной территории. В литературе описана



Ландшафтно-географические зоны Гвинеи, где были выявлены маркеры возбудителя лихорадки Ку.

1 — ДНК в сыворотках крови КРС; 2 — IgG в сыворотках крови КРС; 3 — IgG в сыворотках крови жителей; 4 — ДНК в суспензиях органов рукокрылых; 5 — антигены в суспензиях органов рукокрылых; 6 — случаи заболевания людей; 7 — ДНК в суспензиях иксодовых клещей; 8 — антигены в суспензиях иксодовых клещей; 9 — ДНК в суспензиях органов мелких млекопитающих; 10 — антигены в суспензиях органов мелких млекопитающих.

Landscape and geographical zones of the Republic of Guinea, where markers of the Q fever pathogen were identified.

1 — DNA in blood sera of cattle; 2 — IgG antibodies in blood sera of cattle; 3 — IgG antibodies in blood sera of residents; 4 — DNA in suspensions of bat organs; 5 — antigens in suspensions of bat organs; 6 — cases of human disease; 7 — DNA in suspensions of ixodes ticks; 8 — antigens in suspensions of ixodes ticks; 9 — DNA in suspensions of organs of small mammals; 10 — antigens in suspensions of organs of small mammals.

вспышка лихорадки Ку, когда во время сафари в природном парке Кении из 50 участников туристического маршрута 4 (8%) подверглись заражению, что стало причиной завозных случаев на территорию Европы [11].

Большинство опубликованной в открытой печати информации по изучению циркуляции возбудителя лихорадки Ку относится к странам Восточной Африки. О ситуации в западной части континента сведений гораздо меньше. Имеются данные об исследованиях, проводимых в природных очагах кокциллёза, Гане, Нигерии, Мали [12–14], а также в Сенегале, где в 2023 г. в пробах от мелких млекопитающих были выявлены два новых генотипа *Coxiella burnetii*, патогенность которых ещё предстоит изучить [15].

Гвинеи́йская Респу́блика расположена в Западной Африке, на побережье Атлантического океана. Население страны, по данным на конец марта

2024 г., составляет около 14,5 млн человек¹. Территория государства на основании географических и природно-климатических признаков условно разделена на 4 ландшафтно-географические зоны: Нижнюю (Приморскую), Среднюю, Верхнюю и Лесную (рисунок) [16].

В 1980–1990 гг. на базе Советско-Гвинеи́йской научно-исследовательской вирусологической и микробиологической лаборатории было проведено достаточно большое количество исследований с целью изучения распространения возбудителя лихорадки Ку на территории Гвинеи́йской Республики, в том числе получены данные об иммунной прослойке населения страны и выявлены специфические антитела в сыворотках крови сельскохозяйственных животных [17]. В последующие десятилетия,

¹ Countrymeters. Население Гвинеи.
 URL: <http://countrymeters.info/ru/guinea>

в силу сложившихся экономических и политических условий, исследования были приостановлены, а значимость лихорадки Ку в общей структуре заболеваемости так и не определена. В 2017 г. в рамках работы Российско-Гвинейского центра эпидемиологии и профилактики инфекционных болезней (далее — Центр), созданном на основании распоряжений Правительства РФ на территории Института прикладной биологии Гвинеи (г. Киндиа), исследования были продолжены [18–20].

Цель работы — получение современных данных о распространении *C. burnetii* и особенностей природных очагов лихорадки Ку на территории различных ландшафтно-географических зон Гвинеи.

Материалы и методы

Сбор образцов клинического и биологического материала и последующую диагностическую работу проводили на базе лаборатории Центра российские и гвинейские специалисты, руководствуясь требованиями санитарных правил и норм СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней».

Сыворотка крови людей

Сыворотка крови практически здоровых людей была собрана в региональных госпиталях Гвинеи местными специалистами. Забор крови производили в утренние часы натощак из локтевой вены в количестве 5–10 мл в одноразовую стерильную вакуумную пробирку с активатором образования густка с соблюдением правил асептики.

Далее полученные образцы доставляли в лабораторию Центра с соблюдением правил биологической безопасности и температурного режима. Все образцы сыворотки предварительно исследовали методом иммунохроматографического анализа для обнаружения антигенов малярийных плазмодиев с набором реагентов «SDBIOLINE Malaria Ag P.f./Pan» («Standart Diagnostics, Inc.»). Для исключения вероятности неспецифических реакций образцы, содержащие антигены возбудителей малярии, в последующие исследования не вошли.

Для изучения иммунной прослойки населения Гвинеи к возбудителю лихорадки Ку была составлена панель из 3156 сывороток крови практически здоровых людей, проживающих во всех 4 ландшафтно-географических зонах страны. В работу были включены представители разных возрастных групп: 1519 (48,2%) женщин и 1637 (51,8%) мужчин. Работу проводили методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием набора реагентов «Тест-система иммуноферментная для выявления антител класса G к антигенам *Coxiella burnetii*» (НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Россия). Сыворотки исследовали в разведении 1 : 100.

Для выяснения возможности заболевания людей лихорадкой Ку были собраны и исследованы 332 сыворотки крови лихорадящих больных, обратившихся за медицинской помощью в региональные госпитали Гвинеи с жалобами на продолжительную лихорадку и другими симптомами, не исключаящими коксиеллёз. Сбор материала также проводили гвинейские специалисты по вышеописанной методике. Для проведения исследований молекулярно-генетическими методами кровь также отбирали в количестве 5–10 мл в одноразовую стерильную вакуумную пробирку с 3,8% цитратом натрия.

Образцы исследовали методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с целью выявить ДНК *C. burnetii* с набором реагентов «АмплиСенс *Coxiella burnetii*-FL» (ЦНИИ Эпидемиологии, Россия) и ИФА с использованием диагностического препарата «*Coxiella burnetii* ELISA IgM» («Vircell») для определения антител класса IgM к возбудителю.

Исследование проб клинического и биологического материала от людей проводили при информированном согласии пациентов, для несовершеннолетних — с разрешения родителей (официальных представителей). Протокол исследования одобрен решением Национального этического комитета Министерства здравоохранения Гвинейской Республики (протокол № 129/CNERS/16 от 31.08.2015).

Сыворотка крови сельскохозяйственных животных

Образцы крови получали на скотобойнях, используя общепринятую методику, от взрослых животных (возраст более 1,5 года) без признаков инфекционных заболеваний после их осмотра ветеринарным врачом. Всего для работы была сформирована панель из 1074 образцов крови КРС. Полученные сыворотки тестировали методами ИФА и ПЦР с использованием наборов реагентов для выявления специфических антител класса IgG к *C. burnetii* «ID Screen Q Fever Indirect Multi-species» («ID Screen»), который рекомендован в качестве ветеринарного препарата, и ДНК *C. burnetii* — «АмплиСенс *Coxiella burnetii*-FL» (ЦНИИ Эпидемиологии, Россия).

Суспензии клещей

Сбор иксодовых клещей осуществляли на территории всех 4 ландшафтно-географических зон Гвинеи. Эктопаразитов снимали вручную, используя средства индивидуальной защиты, с людей, сельскохозяйственных животных, домашних и безнадзорных собак и кошек, мелких млекопитающих, рептилий. Всего за время проведения исследований было собрано 4709 экземпляров клещей, которых на основании морфологических признаков отнесли к 11 видам: *Amblyomma variegatum* Fabricius, 1794;

Haemaphysalis leachi Audouin, 1826; *Hyalomma rufipes* Koch, 1844; *Hyalomma truncatum* Koch, 1844; *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus* Koch, 1844; *Rhipicephalus (Boophilus) geigy* Aeschliman & Morel, 1965; *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* Say, 1821; *Rhipicephalus (Boophilus) microphilus* Canestrini, 1888; *Rhipicephalus lunulatus* Neumann, 1907; *Rhipicephalus sanguineus* Latreille, 1806; *Rhipicephalus senegalensis* Koch, 1844, согласно определителю [21]. Далее с учётом вида, пола, фазы развития и упитанности отдельных особей клещей, а также мест сбора эктопаразитов, было сформировано 1648 пулов. Эктопаразитов дважды отмывали 70% этанолом для удаления внешних загрязнений и наружной микрофлоры. Подготовку проб для исследования проводили с использованием лабораторного гомогенизатора «TissueLyser II» («Qiagen») в 500 мкл стерильного фосфатно-солевого буферного раствора.

Полученный материал был протестирован методами ПЦР и ИФА с использованием набора реагентов «АмплиСенс *Coxiella burnetii*-FL» (ЦНИИ Эпидемиологии) и тест-системы иммуноферментной для выявления антигенов коксиелл Бернета «ИФА-Ку-антиген (комплект N1)» (НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера) соответственно. Часть проб, содержащих и ДНК, и антигены *C. burnetii*, исследованы с использованием высокопроизводительного секвенирования на платформе «Ion S5» («Thermo Scientific»), далее прочтения картировались на последовательность 16S рРНК из базы NCBI GenBank с помощью алгоритма BWA [22]. Изучен также плазмидный профиль со специфическими примерами к локусам плазмид QpH1, QpRS и QpDV.

Суспензии органов мелких млекопитающих

При проведении эпизоотологического мониторинга на территории Гвинеи отловлено 319 экземпляров мелких млекопитающих (*Rodentia*, *Eulipotyphla*). Видовой спектр грызунов представлен 13 видами: *Arvicanthis ansorgei* Thomas, 1910 (суданская травяная мышь); *Heliosciurus gambianus* Ogilby, 1835 (гамбийская белка); *Cricetomys gambianus* Waterhouse, 1840 (гамбийская хомяковидная крыса); *Lemniscomys striatus* Linnaeus, 1758 (полосатая мышь); *Lophuromys sikapusi* Temminck, 1853 (ржавобрюхая жесткошёрстная мышь); *Mastomys erythroleucus* Temminck, 1853 (гвинейская многососковая мышь); *Mastomys natalensis* A. Smith, 1834 (натальская мышь); *Mus minutoides* A. Smith, 1834 (карликовая мышь); *Mus musculoides* Temminck, 1853 (Темминкова мышь); *Praomys daltoni* Thomas, 1892 (мышь Дальтона); *Rattus rattus* Linnaeus, 1758 (чёрная крыса); *Crocidura olivieri* Lesson, 1827 (африканская гигантская белозубка); *Crocidura* sp. Wagler, 1832 (белозубки) [23–26].

Добыто 298 экземпляров рукокрылых (*Chiroptera*) 14 видов: *Eidolon helvum* Kerr, 1792 (пальмовый крылан); *Epomophorus gambianus* Ogilby, 1835 (большой эполетовый крылан); *Lissonycteris angolensis* Vocage, 1898 (ангольская летучая собака); *Rousettus aegyptiacus* E. Geoffroy, 1810 (египетская летучая собака); *Chaerephon pumillus* Cretzschmar, 1830 (карликовый складчатогуб); *Mops condylurus* A. Smith, 1833 (ангольский складчатогуб); *Hipposideros caffer* Sundevall, 1846 (южноафриканский листонос); *Hipposideros jonesi* Hayman, 1947 (листонос Джонса); *Hipposideros ruber* Noack, 1893 (красный листонос); *Nycteris hispida* Schreber, 1775 (мохнатый щелеморд); *Neoromicia guineensis* Vocage, 1889 (гвинейский кожан); *Scotophilus dinganii* A. Smith, 1833 (африканский гладконос); *Scotophilus leucogaster* Cretzschmar, 1830 (белобрюхий домовый гладконос); *Rhinolophus alcyone* Temminck, 1853 (ганский подковонос) [23–26].

Млекопитающих вскрывали с соблюдением правил биологической безопасности не позднее чем через 3 ч после отлова. При отсутствии такой возможности тушки животных замораживали при -20°C и доставляли в лабораторию, где в последующем вскрывали и отбирали образцы органов. В качестве материала для работы служили объединённые суспензии лёгких и почек, в которых проводили поиск маркеров возбудителя коксиеллёза (ДНК и антигенов) с упомянутыми выше наборами реагентов.

Авторы подтверждают соблюдение институциональных и национальных стандартов по использованию лабораторных животных в соответствии с «Consensus author guidelines for animal use» (IAVES 23 July 2010). Исследование одобрено комиссией по биоэтике Российского противочумного института «Микроб» (протокол № 8 от 21.11.2023).

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

Результаты и обсуждение

Выявление случая заболеваний людей лихорадкой Ку в Гвинее

До настоящего времени выявление больных с подозрением на лихорадку Ку на территории Гвинеи не проводилось. Это можно объяснить тем, что отсутствует настороженность медицинских работников в местных госпиталях в отношении данной инфекционной болезни. В связи с этим большой интерес представляет случай заболевания, впервые зарегистрированный на территории страны.

Пациентка Д., 28 лет, проживающая в г. Маму (Средняя Гвинея), поступила в инфекционное отделение регионального госпиталя. При госпитализации у больной отмечались затяжная (более 1 мес)

Таблица 1. Выявление специфических антител класса IgG к возбудителю лихорадки Ку в сыворотках крови жителей Гвинеи**Table 1.** Identification of specific IgG antibodies to the Q fever pathogen in the blood sera of residents of the Republic of Guinea

Возраст, лет Age, years	Количество образцов Number of samples						
	всего total	мужчины men			женщины women		
		всего total	положительных positive	% (95% ДИ 95% CI)	всего total	положительных positive	% (95% ДИ 95% CI)
< 10	197	108	8	7,4 (3,8–13,9)	89	6	6,7 (3,1–13,9)
10–20	498	275	26	9,4 (6,5–13,4)	223	27	12,1 (8,4–17,0)
20–30	699	340	32	9,4 (6,7–12,9)	359	29	8,1 (5,7–11,4)
30–40	595	300	39	13,0 (9,7–17,3)	295	33	11,2 (8,1–15,3)
40–50	559	285	35	12,3 (8,9–16,6)	277	29	10,5 (7,4–14,6)
50–60	339	230	37	16,1 (11,9–21,4)	109	26	23,8 (16,8–32,6)
> 70	269	102	20	19,6 (13,1–28,3)	167	19	11,4 (7,4–17,1)
Всего Total	3156	1637	197	12,1 (10,5–13,7)	1519	169	11,3 (9,6–12,8)

субфебрильная лихорадка, мышечные и суставные боли, затруднённое дыхание. Результаты анализа на выявление возбудителей малярии, проведённого методами иммунохроматографического анализа и микроскопии, были отрицательными.

Для проведения дальнейшей дифференциальной диагностики сыворотка крови больной направлена в лабораторию Центра. Полученный материал исследовали методом ПЦР с обратной транскрипцией с целью выявления РНК вирусов Эбола, жёлтой лихорадки, Западного Нила, денге, Зика, Крымской-Конго геморрагической лихорадки, гепатита С, 16S РНК возбудителей лептоспироза, ДНК вируса гепатита В, возбудителей лихорадки Ку и риккетсиозов. По результатам работы в сыворотке крови пациентки обнаружена ДНК *S. burnetii*. Также материал протестирован с использованием ИФА, выявлены специфические антитела класса IgM к коксиеллам в титре 1 : 400. В последующем полученный образец крови использовали для определения нуклеотидной последовательности ДНК возбудителя лихорадки Ку. При проведении частичного секвенирования со специфическими праймерами выявлена 99% идентичность исследуемого образца с геномом *S. burnetii*. Филогенетический анализ с помощью алгоритма BLAST² показал 96% гомологии со штаммами, выделенными в Намибии.

При опросе больная Д. упоминала тесный контакт с сельскохозяйственными животными, в частности с КРС, находящимся в собственности, а также указала, что в деревне, где проживала пациентка, были отмечены случаи спонтанных абортос у МРС.

В остальных пробах сывороток крови от лихорадящих больных, доставленных из госпиталей Гвинеи, ни генетические маркеры *S. burnetii*, ни

специфические антитела класса IgM к коксиеллам не выявлены.

Определение уровня иммунной прослойки жителей Гвинеи к возбудителю лихорадки Ку

В настоящем исследовании сывороток крови людей, проживающих в различных зонах Гвинеи, специфические антитела к возбудителю лихорадки Ку, относящиеся к классу IgG, выявлены во всех возрастных группах, при этом зависимости уровня иммунной прослойки от половой принадлежности обследованных лиц не наблюдалось (табл. 1). В целом по стране специфические иммуноглобулины к *S. burnetii* были зарегистрированы в 366 из 3156 образцов сыворотки крови, что составило 11,6% (95% ДИ 10,5–12,8).

Определение уровня иммунной прослойки сельскохозяйственных животных к возбудителю лихорадки Ку

Одним из показателей циркуляции возбудителей природно-очаговых инфекционных болезней на определённой территории является выявление специфических иммуноглобулинов класса G в сыворотках крови сельскохозяйственных животных, обитающих в данном регионе.

В результате данной работы антитела к возбудителю лихорадки Ку выявлены в 172 образцах, что составило 16,0% (95% ДИ 13,9–18,3). Положительные результаты зарегистрированы во всех ландшафтно-географических зонах.

Выявление специфических маркеров (ДНК и антигены) возбудителя лихорадки Ку в суспензиях клещей

Методами ПЦР и ИФА исследованы суспензии иксодовых клещей различных видов, являющихся

² URL: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>

основными переносчиками *C. burnetii*, которые были собраны во всех ландшафтно-географических зонах Гвинеи. ДНК возбудителя выявлена в 294 (17,9%) пробах, антиген — в 307 (18,7%) (табл. 2). Положительные находки отмечались среди всех видов иксодовых клещей, представленных в работе, но большинство относились к *Am. variegatum*, *Hu. truncatum*, *Rh. decoloratus* (табл. 2).

Анализ плазмидных профилей является важным инструментом для изучения распространения лихорадки Ку и определения типа возбудителя. Для проведения генетического типирования *C. burnetii* была создана панель из 20 проб, представленных разными видами клещей, в которых выявлены одновременно и ДНК (уровень ст не более 15), и антиген возбудителя. Методом ПЦР со специфическими праймерами к локусам плазмид QpH1, QpRS и QpDV в 5 образцах выявлено наличие только QpH1. Последовательности фрагментов плазмид QpRS и QpDV ни в одной пробе не выявлено. В ходе анализа полученных результатов и данных литературы установлено, что штаммы, несущие плазмиду QpH1, широко распространены на территории стран Экваториальной Африки и способны вызывать заболевания у людей и животных [27, 28], что не исключает возможность их циркуляции и на территории Гвинеи.

Сформированная панель образцов была проанализирована с использованием методов высокопроизводительного секвенирования на платформе «Ion S5» («Thermo Scientific»). В результате работы в 8 пробах определена нуклеотидная последовательность 16S рРНК возбудителя лихорадки Ку, которая на 99,9% совпадает с референсным штаммом,

представленным в базе данных NCBI GenBank. При сравнении полученной консенсусной последовательности с базой NCBI BLAST обнаружены штаммы *C. burnetii*, выделенные в Намибии, показавшие гомологию (96%) с исследуемым образцом. Дополнительно полученные прочтения классифицировались алгоритмом kraken2 с использованием базы 16S РНК Greengenes, что также показало принадлежность исследуемого образца к виду *C. burnetii*. Часть полученных нуклеотидных последовательностей 16S рРНК с наиболее высоким качеством прочтения были депонированы в международную базу данных GenBank под номерами OQ152497–OQ152500.

Выявление специфических маркеров (ДНК и антигены) возбудителя лихорадки Ку в суспензиях органов мелких млекопитающих

В результате исследований методами ПЦР и ИФА маркеры возбудителя лихорадки Ку были выявлены в материале, собранном во всех зонах Гвинеи. Антиген обнаружен в 0,9% проб, ДНК — в 5,1%. Максимальное количество положительных находок было получено при исследовании материала от грызунов вида *Mastomys erythroleucus* (табл. 3). Данные сведения могут свидетельствовать об участии животных этой систематической группы в распространении *C. burnetii* на территории Гвинеи.

Выявление специфических маркеров (ДНК и антигены) возбудителя лихорадки Ку в суспензиях органов рукокрылых

При исследовании объединённых проб лёгких и почек, полученных от рукокрылых, были выявлены как антигены (в 1% случаев), так и ДНК

Таблица 2. Выявление маркеров *C. burnetii* в суспензиях иксодовых клещей разных видов, собранных на территории Гвинеи

Table 2. Identification of *C. burnetii* markers in suspensions of ixodid ticks of different species collected in the territory of the Republic of Guinea

Вид клещей Tick species	Количество проб (экземпляров) Number of samples (copies)	Количество положительных проб; % (95% ДИ) The number of positive samples; % (95% CI)	
		ПЦР PCR	ИФА ELISA
<i>Am. variegatum</i>	872 (2493)	159; 18,2 (15,8–20,9)	193; 22,1 (19,5–25,0)
<i>Ha. leachi</i>	16 (56)	0	0
<i>Hu. truncatum</i>	52 (95)	14; 26,9 (16,8–40,3)	16; 30,8 (19,9–44,3)
<i>Rh. annulatus</i>	58 (161)	36; 62,1 (49,2–73,4)	29; 50 (37,5–62,5)
<i>Rh. decoloratus</i>	391 (1104)	47; 12 (9,2–15,6)	37; 9,5 (6,9–12,8)
<i>Rh. geigy</i>	210 (668)	36; 17,1 (12,7–22,8)	29; 13,8 (9,8–19,1)
<i>Rh. microplus</i>	18 (47)	0	1; 5,6 (1,0–25,8)
<i>Rh. sanguineus</i>	10 (42)	0	1; 10 (1,8–40,4)
<i>Rh. senegalensis</i>	18 (29)	2; 11,1 (3,1–32,8)	1; 5,6 (1,0–25,8)
<i>Rh. lunulatus</i>	2 (11)	0	0
<i>Hu. rufipes</i>	1 (3)	0	0
Всего Total	1648 (4709)	294; 17,8 (16,1–19,8)	307; 18,6 (16,8–20,6)

Таблица 3. Выявление маркеров *C. burnetii* в суспензиях органов мелких млекопитающих разных видов, собранных на территории Гвинеи**Table 3.** Identification of *C. burnetii* markers in suspensions of organs of small mammals of different species collected on the territory of the Republic of Guinea

Вид мелких млекопитающих Small mammal species	Количество проб (экземпляров) Number of samples (copies)	Количество положительных проб; % (95% ДИ) The number of positive samples; % (95% CI)	
		ПЦР PCR	ИФА ELISA
<i>Arvicanthis ansorgei</i>	3	0	0
<i>Heliosciurus gambianus</i>	4	0	0
<i>Cricetomys gambianus</i>	7	1; 14,3 (2,6–51,3)	0
<i>Lemniscomys striatus</i>	3	0	0
<i>Lophuromys sikapusi</i>	1	0	0
<i>Mastomys erythroleucus</i>	124	8; 6,5 (3,3–12,2)	2; 1,6 (0,4–5,7)
<i>Mastomys natalensis</i>	32	2; 6,3 (1,7–20,1)	0
<i>Mus minutoides</i>	5	0	0
<i>Mus musculooides</i>	16	1; 6,3 (1,1–28,3)	0
<i>Praomys daltoni</i>	6	0	0
<i>Rattus rattus</i>	96	4; 4,2 (1,6–10,2)	1; 1,0 (0,2–5,7)
<i>Crocidura olivieri</i>	7	0	0
<i>Crocidura sp.</i>	15	0	0
Всего Total	319	16; 5,0 (3,1–8,0)	3; 0,9 (0,3–2,7)

C. burnetii (2%). Большинство положительных проб сформированы из органов *Scotophilus leucogaster* (табл. 4). Представители этого вида широко распространены на территории всей Африки южнее Сахары. Полученные данные подтверждают роль

рукокрылых в циркуляции возбудителя лихорадки Ку, что свидетельствует о необходимости проведения дополнительных исследований для определения роли этих млекопитающих в экологии возбудителя.

Таблица 4. Выявление маркеров *C. burnetii* в суспензиях органов рукокрылых разных видов, собранных на территории Гвинеи**Table 4.** Identification of *C. burnetii* markers in organ suspensions of bats of various species collected on the territory of the Republic of Guinea

Виды рукокрылых Bat species	Количество проб (экземпляров) Number of samples (copies)	Количество положительных проб; % (95% ДИ) The number of positive samples; % (95% CI)	
		ПЦР PCR	ИФА ELISA
<i>Eidolon helvum</i>	1	0	0
<i>Epomophorus gambianus</i>	4	0	0
<i>Lissonycteris angolensis</i>	4	0	0
<i>Rousettus aegyptiacus</i>	15	0	0
<i>Chaerephon pumillus</i>	3	0	0
<i>Mops condylurus</i>	26	1; 3,8 (0,7–18,9)	0
<i>Hipposideros caffer</i>	32	0	0
<i>Hipposideros jonesi</i>	25	0	0
<i>Hipposideros ruber</i>	41	1; 2,4 (0,4–12,6)	1; 2,4 (0,4–12,6)
<i>Nycteris hispida</i>	5	0	0
<i>Neoromicia guineensis</i>	23	1; 4,3 (0,8–21,0)	0
<i>Scotophilus dinganii</i>	1	0	0
<i>Scotophilus leucogaster</i>	117	3; 2,6 (0,9–7,3)	2; 1,7 (0,5–6,0)
<i>Rhinolophus alcyone</i>	1	0	0
Всего Total	298	6; 2,0 (0,9–4,3)	3; 1,0 (0,3–2,9)

Таблица 5. Выявление маркеров возбудителя лихорадки Ку в различном материале, собранном на территории Гвинеи
Table 5. Identification of markers of the Q fever pathogen in various materials collected on the territory of the Republic of Guinea

Вид исследуемого материала Type of the studied samples	Количество проб Number of samples	Количество положительных проб; % (95% ДИ) The number of positive; % (95% CI)		
		ПЦП PCR	ИФА ELISA	
		ДНК DNA	антиген antigen	IgG
Нижняя (Приморская) Гвинея Lower (Maritime) Guinea				
Сыворотка крови практически здоровых людей Blood serum of practically healthy people	943	Н. и. N. i.	Н. и. N. i.	106; 11,2 (9,4–13,4)
Сыворотка крови КРС Blood serum of cattle	371	6; 1,6 (0,7–3,5)	Н. и. N. i.	64; 17,2 (13,7–21,4)
Суспензии клещей Suspensions of ticks	624	111; 17,8 (15,0–21,0)	131; 21,0 (18,0–24,4)	Н. и. N. i.
Суспензии органов мелких млекопитающих Suspensions of organs of small mammals	149	8; 5,4 (2,7–10,2)	0; 0 (0–2,5)	Н. и. N. i.
Суспензии органов рукокрылых Suspensions of bat organs	107	0; 0 (0–3,4)	3; 2,8 (0,9–7,9)	Н. и. N. i.
Средняя Гвинея Middle Guinea				
Сыворотка крови практически здоровых людей Blood serum of practically healthy people	778	Н. и. N. i.	Н. и. N. i.	82; 10,5 (8,6–12,8)
Сыворотка крови КРС Blood serum of cattle	257	3; 1,2 (0,4–3,4)	Н. и. N. i.	49; 19,2 (14,7–24,3)
Суспензии клещей Suspensions of ticks	402	71; 17,7 (14,2–21,7)	77; 19,1 (15,6–23,3)	Н. и. N. i.
Суспензии органов мелких млекопитающих Suspensions of organs of small mammals	55	3; 5,4 (1,9–14,8)	0; 0 (0–6,5)	Н. и. N. i.
Суспензии органов рукокрылых Suspensions of bat organs	61	0; 0 (0–5,8)	0; 0 (0–5,8)	Н. и. N. i.
Верхняя Гвинея Upper Guinea				
Сыворотка крови практически здоровых людей Blood serum of practically healthy people	655	Н. и. N. i.	Н. и. N. i.	77; 11,8 (9,5–14,4)
Сыворотка крови КРС Blood serum of cattle	182	2; 1,1 (0,3–3,9)	Н. и. N. i.	35; 13,2 (9,6–17,8)
Суспензии клещей Suspensions of ticks	245	53; 21,6 (16,9–27,2)	28; 0,8 (0,3–2,9)	Н. и. N. i.
Суспензии органов мелких млекопитающих Suspensions of organs of small mammals	43	2; 4,6 (1,3–15,4)	1; 2,3 (0,4–12,1)	Н. и. N. i.
Суспензии органов рукокрылых Suspensions of bat organs	54	0; 0 (0–6,6)	0; 0 (0–6,6)	Н. и. N. i.
Лесная Гвинея Forest Guinea				
Сыворотка крови практически здоровых людей Blood serum of practically healthy people	780	Н. и. N. i.	Н. и. N. i.	101; 12,9 (10,7–15,5)
Сыворотка крови КРС Blood serum of cattle	264	3; 1,1 (0,4–3,3)	Н. и. N. i.	35; 13,2 (9,6–17,8)
Суспензии клещей Suspensions of ticks	377	59; 15,6 (12,3–19,7)	61; 16,2 (12,8–20,2)	Н. и. N. i.
Суспензии органов мелких млекопитающих Suspensions of organs of small mammals	72	3; 4,2 (1,4–11,5)	2; 2,8 (0,8–9,5)	Н. и. N. i.
Суспензии органов рукокрылых Suspensions of bat organs	76	6; 7,9 (3,7–16,1)	0; 0 (0–4,8)	Н. и. N. i.
Общее по стране General by country				
Сыворотка крови практически здоровых людей Blood serum of practically healthy people	3156	Н. и. N. i.	Н. и. N. i.	366; 11,6 (10,5–12,7)
Сыворотка крови КРС Blood serum of cattle	1074	14; 1,3 (0,8–2,1)	Н. и. N. i.	172; 16,0 (13,9–18,3)
Суспензии клещей Suspensions of ticks	1648	294; 17,8 (16,1–19,8)	307; 18,6 (16,8–20,6)	Н. и. N. i.
Суспензии органов мелких млекопитающих Suspensions of organs of small mammals	319	16; 5,0 (3,1–8,0)	3; 0,9 (0,3–2,7)	Н. и. N. i.
Суспензии органов рукокрылых Suspensions of bat organs	298	6; 2,0 (0,9–4,3)	3; 1,0 (0,3–2,9)	Н. и. N. i.

Примечание. Н. и. — не исследовали.
Note. N. i. — not investigated.

Заклучение

В результате работы проведено изучение распространения *C. burnetii* на территории всех ландшафтно-географических зон Гвинеи, в том числе впервые выявлен и лабораторно подтверждён случай заболевания человека лихорадкой Ку (табл. 5). Установлена роль сельскохозяйственных животных, мелких млекопитающих и рукокрылых в циркуляции *C. burnetii*. Показано, что основными переносчиками возбудителя на территории Гвинеи являются иксодовые клещи видов *Am. variegatum*, *Hu. truncatum* и *Rh. decoloratus*. При проведении молекулярно-генетических исследований материала, собранного в Гвинею, выявлены штаммы *C. burnetii*, несущие плазмиду QpH1, которые способны вызывать заболевания у людей и животных, и впервые для данного региона определена и зарегистрирована в международной базе данных GenBank полная нуклеотидная последовательность гена 16S рРНК возбудителя лихорадки Ку.

Наше исследование позволило расширить данные о циркуляции и распространении *C. burnetii* в Западной Африке. Актуальной задачей остаётся изучение особенностей циркуляции *C. burnetii* на территории Гвинеи. Систематически получаемые сведения о выявлении возбудителя и оценка факторов риска возникновения вспышек заболеваний, вызываемых коксиеллами, необходимы для разработки алгоритма лабораторной диагностики и составления рекомендаций для врачей-клиницистов. Регулярный мониторинг за распространением лихорадки Ку, проводимый при участии как медицинских, так и ветеринарных служб Гвинеи, позволит прогнозировать эпидемиологическую ситуацию и координировать профилактические (противоэпидемические) мероприятия в рамках концепции «Единое здоровье» (One Health)³.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ | REFERENCES

- Онищенко Г.Г., Кутырева В.В., ред. *Специфическая индикация патогенных биологических агентов*. М.; 2014. Onishchenko G.G., Kutuyev V.V., eds. *Specific Indication of Pathogenic Biological Agents*. Moscow; 2014. EDN: <https://elibrary.ru/qlnqhv>
- Лукин Е.П., Мищенко О.А., Борисевич С.В. Лихорадка Ку в XXI в.: материал для подготовки лекции. *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. 2019;8(4):62–77. Lukin E.P., Mishchenko O.A., Borisevich S.V. Ku fever in the XXI century: material for preparing a lecture. *Infectious Diseases: News, Opinions, Training*. 2019;8(4):62–77. DOI: <https://doi.org/10.24411/2305-3496-2019-14009> EDN: <https://elibrary.ru/houbuj>
- Vanderburg S., Rubach M.P., Halliday J.E., et al. Epidemiology of *Coxiella burnetii* infection in Africa: a OneHealth systematic review. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2014;8(4):e2787. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002787>
- Dupont H.T., Brouqui P., Faugere B., Raoult D. Prevalence of antibodies to *Coxiella burnetii*, *Rickettsia conorii*, and *Rickettsia typhi* in seven African countries. *Clin. Infect. Dis.* 1995;21(5):1126–33. DOI: <https://doi.org/10.1093/clinids/21.5.1126>
- Mediannikov O., Fenollar F., Socolovschi C., et al. *Coxiella burnetii* in humans and ticks in rural Senegal. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2010;4(4):e654. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000654>
- Muema J., Nyamai M., Wheelhouse N., et al. Endemicity of *Coxiella burnetii* infection among people and their livestock in pastoral communities in northern Kenya. *Heliyon*. 2022;8(10):e11133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11133>
- Mwololo D., Nthiwa D., Kitale P., et al. Sero-epidemiological survey of *Coxiella burnetii* in livestock and humans in Tana River and Garissa counties in Kenya. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2022;16(3):e0010214. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010214>
- Crump J.A., Morrissey A.B., Nicholson W.L., et al. Etiology of severe non-malaria febrile illness in Northern Tanzania: a prospective cohort study. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2013;7(7):e2324. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002324>
- Larson P.S., Espira L., Grabow C., et al. The sero-epidemiology of *Coxiella burnetii* (Q fever) across livestock species and herding contexts in Laikipia County, Kenya. *Zoonoses Public Health*. 2019;66(3):316–24. DOI: <https://doi.org/10.1111/zph.12567>
- Mangena M.L., Gcebe N., Thompson P.N., Adesiyun A.A. Q fever and toxoplasmosis in South African livestock and wildlife: a retrospective study on seropositivity, sporadic abortion, and stillbirth cases in livestock caused by *Coxiella burnetii*. *BMC Vet. Res.* 2023;19(1):168. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03645-w>
- Njeru J., Henning K., Pletz M.W., et al. Febrile patients admitted to remote hospitals in Northeastern Kenya: seroprevalence, risk factors and a clinical prediction tool for Q-Fever. *BMC Infect. Dis.* 2016;16:244. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-016-1569-0>
- Dione M.M., Séry A., Sidibé C.A.K., et al. Exposure to multiple pathogens — serological evidence for Rift Valley fever virus, *Coxiella burnetii*, *Bluetongue* virus and *Brucella* spp. in cattle, sheep and goat in Mali. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2022;16(4):e0010342. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010342>
- Addo S.O., Bentil R.E., Baako B.O.A., et al. Occurrence of *Rickettsia* spp. and *Coxiella burnetii* in ixodid ticks in Kassena-Nankana, Ghana. *Exp. Appl. Acarol.* 2023;90(1-2):137–53. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10493-023-00808-0>
- Kamani J., Baneth G., Gutiérrez R., et al. *Coxiella burnetii* and *Rickettsia conorii*: Two zoonotic pathogens in peridomestic rodents and their ectoparasites in Nigeria. *Ticks Tick Borne Dis.* 2018;9(1):86–92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.10.004>
- Mangombi-Pambou J., Granjon L., Labarrere C., et al. New genotype of *Coxiella burnetii* causing epizootic q fever outbreak in rodents, Northern Senegal. *Emerg. Infect. Dis.* 2023;29(5):1078–81. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2905.221034>
- Черч Гаррисон Р.Дж. *Западная Африка. Природная среда и ее хозяйственное использование*. М.;1959. Church Harrison R.J. *West Africa. A study of the environment and of man's use of it*. New York;1957.
- Каливоги С., Буаро М.Е., Константинов О.К., Плотникова Л.Ф. Иммунная структура населения и домашних животных Гвинейской Республики в отношении риккетсиозов группы клещевой пятнистой лихорадки и лихорадки Ку. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни*. 2013;(1):28–30. Kalivogi S., Boiro M.E., Konstantinov O.K.,

³ WHO. One health. URL: https://www.who.int/health-topics/one-health#tab=tab_1 (дата обращения: 26.05.2024).

- Plotnikova L.F. The immune structure of the population and domestic animals of the Republic of Guinea in relation to rickettsioses of the tick-borne spotted fever and Ku fever group. *Medical Parasitology and Parasitic Diseases*. 2013;(1):28–30. EDN: <https://elibrary.ru/tvzcbv>
18. Найденнова Е.В., Каливоги С., Карташов М.Ю. и др. Новые данные об уровне иммунной прослойки населения Гвинейской Республики к возбудителю лихорадки Ку. *Инфекция и иммунитет*. 2021;11(1):165–70. Naidenova E.V., Kalivogui S., Kartashov M.Y., et al. New data on the level of immune stratum against Q fever agent in population of the Republic of Guinea. *Russian Journal of Infection and Immunity*. 2021;11(1):165–70. DOI: <https://doi.org/10.15789/2220-7619-NDO-1485> EDN: <https://elibrary.ru/wzxxmv>
19. Найденнова Е.В., Захаров К.С., Карташов М.Ю. и др. Выявление генетических маркеров возбудителей природно-очаговых инфекционных болезней в пробах иксодовых клещей, собранных на территории Гвинейской Республики. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2023;(4):115–24. Naidenova E.V., Zakharov K.S., Kartashov M.Yu., et al. Genetic Marker Detection of Natural-Focal Infectious Disease Pathogens in Samples of Ixodidae Ticks, Collected on the Territory of the Republic of Guinea. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2023;(4):115–24. DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2023-4-115-124> EDN: <https://elibrary.ru/lnomas>
20. Найденнова Е.В., Карташов М.Ю., Шевцова А.П. и др. Определение уровня иммунной прослойки сельскохозяйственных животных к возбудителям зоонозных инфекционных болезней в Гвинейской Республике. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2022;(2):101–6. Naidenova E.V., Kartashov M.Yu., Shevtsova A.P., et al. Identification of the farm animals immune to pathogens of zoonotic infectious diseases in the Republic of Guinea. *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2022;(2):101–6. DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2022-2-101-106> EDN: <https://elibrary.ru/bssaaq>
21. Walker A.R., Bouattour A., Camicas J.L., et al. *Ticks of Domestic Animals in Africa: A Guide to Identification of Species*. Edinburgh;2014.
22. Li H., Durbin R. Fast and accurate short read alignment with Burrows–Wheeler transform. *Bioinformatics*. 2009; 25(14):1754–60. DOI: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btp324>
23. Wilson D.E., Reeder D.M., eds. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*. Baltimore;2005.
24. Happold D.C.D., ed. *Mammals of Africa. Volume III: Rodents, Hares and Rabbits*. London;2013.
25. Happold M., Happold D.C.D., eds. *Mammals of Africa. Volume IV: Hedgehogs, Shrews and Bats*. London;2013.
26. Соколов В.Е. *Пятиязычный словарь названий животных. Млекопитающие. Латинский — русский — английский — немецкий — французский*. М.;1984. Sokolov V.E. *A Five-Language Dictionary of Animal Names. Mammals. Latin — Russian — English — German — French*. Moscow;1984.
27. Luo S., Lu S., Fan H., et al. The *Coxiella burnetii* QpH1 plasmid is a virulence factor for colonizing bone marrow-derived murine macrophages. *J. Bacteriol*. 2021;203(9):e00588–20. DOI: <https://doi.org/10.1128/jb.00588-20>
28. Панферова Ю.А., Фрейлихман О.А., Токаревич Н.К. и др. Детекция *Coxiella burnetii* в клещах, собранных с крупного рогатого скота, на территории некоторых провинций Гвинейской Республики. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2019;24(5-6):234–9. Panferova Yu.A., Freylikhman O.A., Tokarevich N.K., et al. Detection of *Coxiella burnetii* in ticks collected from cattle in several provinces of the Republic of Guinea. *Epidemiology and infectious diseases*. 2019;24(5-6): 234–9. EDN: <https://elibrary.ru/twsemw>

Информация об авторах

Найденнова Екатерина Владимировна[✉] — к. б. н., в. н. с. отдела диагностики инфекционных болезней Российского противочумного института «Микроб», Саратов, Россия, katim2003@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-3696>

Захаров Кирилл Сергеевич — к. б. н., с. н. с. отдела эпидемиологии инфекционных болезней Российского противочумного института «Микроб», Саратов, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-4726-309X>

Агафонов Дмитрий Алексеевич — к. б. н., с. н. с. отдела диагностики инфекционных болезней Российского противочумного института «Микроб», Саратов, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-9273-6063>

Карташов Михаил Юрьевич — к. б. н., с. н. с. отдела молекулярной вирусологии флавивирусов и вирусных гепатитов ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор», р.п. Кольцово, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-7857-6822>

Сеничкина Айслу Мухаматовна — к. б. н., с. н. с. отдела диагностики инфекционных болезней Российского противочумного института «Микроб», Саратов, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-1026-2680>

Халилов Эрик Серкалиевич — м. н. с. лаб. зооантропонозных инфекций Санкт-Петербургского НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-0599-4302>

Ибрагим Абдул Бастои — н. с. лаб. вирусных геморрагических лихорадок Гвинеи Исследовательского института прикладной биологии Гвинеи, Киндия, Гвинейская Республика, <https://orcid.org/0009-0003-2547-8705>

Ба Мамадю Бандикура — н. с. Исследовательского института прикладной биологии Гвинеи, Киндия, Гвинейская Республика, <https://orcid.org/0000-0002-4565-269X>

Information about the authors

Ekaterina V. Naidenova[✉] — Cand. Sci. (Biol.), senior researcher, Department of infectious disease diagnostics, Russian Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russia, katim2003@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-3696>

Kirill S. Zakharov — Cand. Sci. (Biol.), senior researcher, Department of infectious disease epidemiology, Russian Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-4726-309X>

Dmitry A. Agafonov — Cand. Sci. (Biol.), senior researcher, Department of infectious diseases, Russian Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-9273-6063>

Mikhail Yu. Kartashov — Cand. Sci. (Biol.), senior researcher, Department of molecular virology of flaviviruses and viral hepatitis, State Research Center of Virology and Biotechnology "Vector", Koltsovo, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-7857-6822>

Aislul M. Senichkina — Cand. Sci. (Biol.), senior researcher, Department of diagnostics of infectious diseases, Russian Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-1026-2680>

Erik S. Khalilov — junior researcher, Laboratory of zoonotic infections, Pasteur Research Institute of Epidemiology and Microbiology, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-0599-4302>

Abdoul B. Ibrahim — researcher, Laboratory of viral hemorrhagic fevers of Guinea, Guinea Research Institute of Applied Biology, Kindia, Republic of Guinea, <https://orcid.org/0009-0003-2547-8705>

Mamadou B. Bah — researcher, Guinea Research Institute of Applied Biology, Kindia, Republic of Guinea, <https://orcid.org/0000-0002-4565-269X>

Ibrahim Nourdin — Cand. Sci. (Biol.), researcher, Research Institute of Applied Biology of Guinea, Kindia, Republic of Guinea; researcher, Laboratory of viral hemorrhagic fevers of Guinea, Virology Research Center, Conakry, Republic of Guinea, <https://orcid.org/0000-0002-2970-9676>

Нурдин Ибрагим — к. б. н., н. с. Исследовательского института прикладной биологии Гвинеи, Киндиа, Гвинея; н. с. лаб. вирусных геморрагических лихорадок Гвинеи Исследовательского центра вирусологии, Конакри, Гвинея, <https://orcid.org/0000-0002-2970-9676>

Токаревич Николай Константинович — д. м. н., профессор, зав. лаб. зооантропонозных инфекций Санкт-Петербургского НИИ им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-6433-3486>

Бумбали Санаба — к. б. н., профессор, консультант Исследовательского института прикладной биологии Гвинеи, Киндиа, Гвинея; директор лаб. вирусных геморрагических лихорадок Гвинеи Исследовательского центра вирусологии, Конакри, Гвинея, <https://orcid.org/0000-0002-4506-6033>

Сидиме Юсуф — к. вет. н., профессор, директор Института медицинской ветеринарии, Далаба, Гвинея, <https://orcid.org/0000-0002-0742-0468>

Щербакова Светлана Анатольевна — д. б. н., зам. директора Российского противочумного института «Микроб», Саратов, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-1143-4069>

Кутырев Владимир Викторович — д. м. н., профессор, академик РАН, директор Российского противочумного института «Микроб», Саратов, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-3788-3452>

Участие авторов: *Найденова Е.В.* — планирование, организация и проведение исследований, анализ данных литературы, оформление результатов, написание текста статьи; *Захаров К.С.* — проведение исследований, оформление результатов, статистическая обработка данных, подготовка иллюстраций; *Агафонов Д.А.* — проведение исследований, оформление результатов; *Карташов М.Ю.* — проведение исследований, статистическая обработка данных; *Сеничкина А.М.* — проведение исследований; *Халилов Э.С.* — проведение исследований, геномный анализ; *Абдул Б.И.* — сбор и доставка проб биологического материала, проведение исследований; *Ба М.Б.* — сбор и доставка проб биологического материала, проведение исследований; *Токаревич Н.К.* — анализ данных литературы; *Бумбали С.* — организация, сбор и доставка проб биологического материала; *Сидиме Ю.* — организация, сбор и доставка проб биологического материала; *Щербакова С.А.* — руководство исследованиями; *Кутырев В.В.* — общее руководство. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE, внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

Статья поступила в редакцию 24.06.2024;
принята к публикации 08.08.2024;
опубликована 30.10.2024

Nikolai K. Tokarevich — D. Sci. (Med.), Professor, Head, Laboratory of zoonanthropoctic infections, Pasteur St. Petersburg Research Institute, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-6433-3486>

Sanaba Boubaly — Cand. Sci. (Biol.), Professor, consultant, Research Institute of Applied Biology of Guinea, Kindia, Republic of Guinea; Director, Laboratory of viral hemorrhagic fevers of Guinea, Virology Research Center, Conakry, Republic of Guinea, <https://orcid.org/0000-0002-4506-6033>

Sidime Yusuf — Cand. Sci. (Vet.), Professor, Director, Institute of Veterinary Medicine, Dalaba, Republic of Guinea, <https://orcid.org/0000-0002-0742-0468>

Svetlana A. Shcherbakova — D. Sci. (Biol.), Deputy director, Russian Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-1143-4069>

Vladimir V. Kutyrev — D. Sci. (Med.), Professor, Academician of the RAS, Director, Russian Anti-Plague Institute "Microbe", Saratov, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-3788-3452>

Author contribution: *Naidenova E.V.* — planning, organization and conduct of research, analysis of literature data, presentation of results, writing the text of the article; *Zakharov K.S.* — conducting research, presenting results, statistical processing of data, preparing illustrations; *Agafonov D.A.* — conducting research, presenting results; *Kartashov M.Yu.* — conducting research, statistical processing of data; *Senichkina A.M.* — conducting research; *Khalilov E.S.* — conducting research, genomic analysis; *Abdul B.I.* — collection and delivery of biological material samples, conducting research; *Bah M.B.* — collection and delivery of biological material samples; *Nourdin I.* — collection and delivery of biological material samples, conducting research; *Tokarevich N.K.* — literature data analysis; *Bumbaly S.* — organization, collection and delivery of biological material samples; *Sidime Yu.* — organization, collection and delivery of biological material samples; *Shcherbakova S.A.* — research management; *Kutyrev V.V.* — general management. All authors confirm that their authorship meets the ICMJE criteria, made a significant contribution to the search and analytical work and preparation of the article, read and approved the final version before publication.

The article was submitted 24.06.2024;
accepted for publication 08.08.2024;
published 30.10.2024