

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-3-129-138>

Вирусные инфекции, переносимые комарами, — риски возникновения аутохтонных случаев заболевания в Краснодарском крае (систематический обзор)

С. В. Леншин^{*1}, И. В. Патраман², С. В. Альховский³, О. И. Вышемирский¹

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицинской приматологии», г. Сочи

²ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

³«Институт вирусологии имени Д. И. Ивановского» ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н. Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва

Резюме

Актуальность. Глобальные климатические изменения влияют на ареалы обитания насекомых, в том числе и на комаров, которые являются переносчиками опасных природно-очаговых инфекций. Осваивая новые территории, они создают потенциальную угрозу для людей. В Краснодарском крае к XXI веку сформировалась устойчивая популяция комаров *Ae. albopictus* – переносчиков многих вирусных природно-очаговых инфекций (лихорадка денге, чикунгунья, зика, желтая). **Цель.** Дать оценку вероятности возникновения аутохтонных случаев вирусных инфекций, переносимых комарами *Ae. albopictus*, на территории Черноморского побережья Краснодарского края. Для обзора использовались научные публикации, описывающие случаи аутохтонных заболеваний в аналогичных рассматриваемой территории климатических зонах, населенных комарами *Ae. albopictus*, а также официальные доклады санитарных служб Европы и Российской Федерации. **Заключение.** На Черноморском побережье Краснодарского края сформировалась устойчивая популяция комаров *Ae. albopictus*. Климатические условия, включая температурный режим, благоприятны для активного размножения переносчиков и аутохтонной передачи вирусной инфекции. Несмотря на благоприятные условия для выплода комаров и формирования устойчивой популяции, для аутохтонной передачи нужен занос возбудителя инфекции в период вирусемии для заражения комаров. В последние годы зарегистрированы единичные случаи таких заносов в Краснодарский край, что говорит о низкой вероятности местных случаев передачи. Тем не менее с развитием туризма неизбежно возрастет поток посещающих эндемичные по лихорадке денге страны, что повысит и риск передачи вирусных инфекций местными комарами. Ослабление эпидемиологического контроля за комарами и медицинского наблюдения за завозными случаями тропических лихорадок будет иметь серьезные последствия.

Ключевые слова: Краснодарский край, *Ae. albopictus*, комары, лихорадка денге, зика, чикунгунья

Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Леншин С. В., Патраман И. В., Альховский С. В. и др. Вирусные инфекции, переносимые комарами, – риски возникновения аутохтонных случаев заболевания в Краснодарском крае (систематический обзор). Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2021;20(3): 129–138. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-3-129-138>.

Mosquito-Borne Viral Infections in the Krasnodar Territory ~ Risks of Autochthonous Cases of the Disease

SV Lenshin^{**1}, IV Patraman², SV Alkhovsky³, OI Vyshemirsky¹

¹Scientific Research Institute of Medical Primatology, Sochi, Russia

²First Moscow State Medical University Named after I. M. Sechenov (Sechenov University), Moscow, Russia

³D. I. Ivanovsky institute of virology of N. F. Gamaleya national research center on epidemiology and microbiology of Ministry of Healthcare of Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. Global climate changes affect the habitats of insects, including mosquitoes, which are carriers of dangerous natural focal infections. When mosquitos develop new territories, they create a potential threat to people who find themselves in these areas. In the Krasnodar Region, a stable population of *Ae. albopictus* mosquitoes was formed in the 21st century. These mosquitoes

* Для переписки: Леншин Сергей Викторович, аспирант, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицинской приматологии», 354376, г. Сочи, с. Веселое, ул. Мира, д. 177. +7 (918) 606-02-55, lenshin-s@mail.ru. ©Леншин С. В. и др.

** For correspondence: Sergey V. Lenshin, postgraduate of Scientific Research Institute of Medical Primatology, +7 (918) 606-02-55, lenshin-s@mail.ru. ©Lenshin SV et al.

are carriers of many viral pyrrhoid-focal infections, such as Dengue, Chikungunya, Zika fever and Yellow fever. Estimations of biological, epidemiological and cultural data can help to answer the question of the probability of occurrence of autochthonous cases of infection. **Aim.** To estimate the probability of occurrence of autochthonous cases of viral infections carried by *Ae. albopictus* mosquitoes on the territory of the Black Sea coast of the Krasnodar territory. For the review, we used scientific publications describing the occurrence of autochthonous diseases in similar climate zones inhabited by *Ae. albopictus* mosquitoes, the biology of these mosquitoes, as well as official reports of the sanitary services of Europe and the Russian Federation. A stable population of *Ae. albopictus* mosquitoes has formed on the Black Sea coast of the Krasnodar Territory. The local climate, including the temperature range is favourable for active reproduction of vectors and autochthonous transmission of viral infection. **Conclusion.** Despite the favourable conditions for the release of mosquitoes and the formation of a stable population, autochthonous transmission requires the introduction of the source of infection during the viremia period to infect the mosquito population. In recent years, isolated cases of such drifts have been reported in the Krasnodar Territory, which indicates a low probability of local cases of transmission. However, with the development of the tourism sector, the flow of tourists from endemic areas will inevitably increase. In addition, the increase in the well-being of the population, trips to these countries will become more frequent this may well increase the risk of transmission of viral infections by local mosquitoes. In any case, the weakening of epidemic control of mosquitoes and medical surveillance of imported cases of tropical fevers will have serious consequences.

Keywords: Krasnodar Region, *Ae. albopictus*, mosquitoes, Dengue fever, Zika, Chikungunya

No conflict of interest to declare.

For citation: Lenshin SV, Patraman IV, Alkhovsky SV, et al. Mosquito-Borne Viral Infections in the Krasnodar Territory ~ Risks of Autochthonous Cases of the Disease. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2021;20(3): 129–138 (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2021-20-3-129-138>.

Вирусные инфекции, переносимые комарами, представляют собой одну из актуальных проблем современной медицины. В данной публикации мы оценили вероятность возникновения аутохтонной вспышки вирусных природно-очаговых инфекций на территории Краснодарского края.

В Краснодарском крае в начале XXI века сформировались стабильные самовоспроизводящиеся популяции инвазивных тропических комаров *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1895), *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L., 1762), *Aedes (Finlaya) japonicusjaponicus* (Theobald, 1901), *Aedes (Finlaya) koreicus* (Edwards, 1917) [1]. *Ae. Aegypti* и *Ae. albopictus* являются основными переносчиками возбудителей тяжелых заболеваний – лихорадки денге, чикунгунья, зика и желтой [2–4]. Вышеперечисленные заболевания не являются эндемичными для данного региона, т.к. до недавнего времени здесь отсутствовали их переносчики, и нет постоянного резервуара инфекции [5]. С появлением комаров и формированием постоянной популяции импорт источника инфекции запустит аутохтонную передачу возбудителя инфекции в регионе, так как это случилось в Европе.

Цель обзора – дать оценку вероятности возникновения аутохтонных случаев вирусных инфекций, переносимых комарами *Ae. albopictus*, на территории черноморского побережья Краснодарского края.

Поиск публикаций осуществлялся в базах Elibrary, Web of Science, PubMed. Были использованы такие ключевые слова, как «albopictus», «aegypti», «dengue», «chikungunya», «zika», «yellow fever», «black sea region», «mosquitoes», «комары Краснодарского края», «климатические условия Краснодарского края». Отбор научных работ

проведен в зависимости от их научной ценности относительно темы исследования.

Проанализированы 83 публикации, представленные в базах Elibrary, Web of Science, PubMed, из них в 60-ти содержался контент с оценкой вероятности возникновения аутохтонных случаев передачи вирусных инфекций, переносимых комарами *Ae. albopictus*.

В обзоре проанализированы все вспышки вирусных природно-очаговых инфекций в Европейском регионе, переносимых комарами *Ae. albopictus*, в XXI веке не являющихся специфичными для данного региона. Это аутохтонные случаи лихорадки и вспышки денге во Франции, Хорватии и на Мадейре, вспышки лихорадки чикунгунья в Италии и Франции; лихорадка зика – во Франции.

На момент написания данной публикации на территории Краснодарского края и Республики Абхазия нет находок *Ae. aegypti* [1].

Ae. koreicus обнаруживается в Краснодарском крае только в районах г. Сочи, граничащих с лесом (с. Пластунка и р-н Мамайка).

Ae. albopictus, также известный как «тигровый комар», ежегодно регистрируется с 2012 г. на территории Краснодарского края [6], он может развиваться и выживать в более широком диапазоне температур, чем *Ae. aegypti*. Нижний температурный порог развития составляет 10,4 °C, оптимум – 29,7 °C [7]. Было показано, что этот вид может полностью развиваться в диапазоне от 15 °C до 35 °C, выживание яиц возможно при 5 °C [8]. Интересно отметить, что в зависимости от региона происхождения исследуемых популяций меняется и их толерантность к холоду. Например, в работе Teng HJ с соавт. показано, что температурный порог развития личинок составляет около

9 °C [9]. Поэтому мы считаем, что *Ae. albopictus* может быть потенциальным переносчиком вирусных природно-очаговых инфекций на территории Краснодарского края.

Ae. aegypti, он же желтолихорадочный комар, на сегодняшний день основной переносчик возбудителей наиболее значимых вирусных инфекций – лихорадок денге, желтой, чикунгуния и зика. Родиной *Ae. Aegypti*, так же как и человека, является Африка, совместная эволюция создала эффективного переносчика для вирусных инфекций [10]. Эти комары распространены, в первую очередь, в тропических странах Африки, Азии и Южной Америки. Температурный предел для выживания составляет минус 2 °C [8]. Для откладки яиц самки используют в дикой природе дупла деревьев, листву бромелиевых (устар. ананасовые; лат. *Bromeliaceae*), в городских условиях – воду, скопившуюся в пластиковых бутылках, старых автомобильных покрышках, вазонах для цветов на кладбищах и т.п. *Ae. aegypti* относятся к эндофильным, т.е. нападение на жертву внутри помещения является для них нормой поведения.

Также следует отметить исследования о межвидовой конкуренции *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*. Данные Bargielowski IE с соавт. (2013) говорят о том, что самки *Ae. aegypti* более склонны к межвидовому спариванию по сравнению с самками *Ae. albopictus* (43,30% против 11,74%) [11].

На Черноморском побережье Кавказа *Ae. aegypti* впервые был обнаружен Е. И. Марциновским в 1911 г. (г. Батуми), затем и севернее – в районе г. Туапсе. В августе–сентябре 2001–2004 гг. на территории г. Сочи регистрировались немногочисленные имаго и личинки *Ae. aegypti* [12,13].

Факторы передачи арбовирусных инфекций

Возбудители арбовирусных инфекций образуют особую группу вирусных патогенов, преодолевших барьер между теплокровными животными и членистоногими. Тем удивительней становится этот факт, если учесть, что вирусы этой группы способны успешно заражать и реплицироваться в клетках таких разных организмов.

Температура – важнейший фактор развития как насекомых, так и вируса. Критические и оптимальные значения для передачи вируса для *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* (на примере вируса денге) следующие [14]:

Ae. aegypti – оптимум 29,1 °C (95% доверительный интервал (ДИ): 28,4 – 29,8 °C), прекращается ниже 17,8 °C (95% ДИ: 14,6 – 21,2 °C) и выше 34,6 °C (95% ДИ: 34,1–35,6 °C).

Ae. albopictus – оптимум 26,4 °C (95% ДИ: 25,2–27,4 °C) и прекращается ниже 16,2 °C (95% ДИ: 13,2–19,9 °C) и выше 31,6 °C (95% ДИ: 29,4–33,7 °C).

В других работах показан более широкий температурный диапазон взаимодействия вируса и комара. Важны не только устойчивый температурный

оптимум, но также суточные колебания температуры: чем они меньше, тем быстрее развивается вирус. Так же следует учесть иммунную систему насекомого: чем ниже температура, тем она менее активна [15].

Отдельно стоит упомянуть о биотических факторах трансмиссии вирусных инфекций комарами. Существует множество научных публикаций о влиянии бактерии *Wolbachia* (внутриклеточный паразит двукрылых) на трансмиссивность комаров [16,17]. Наличие этой бактерии в комарах снижает их инфицированность вирусом и, как следствие, возможность быть его переносчиком. Так, в эксперименте комары *Ae. aegypti*, инфицированные *Wolbachia* (опытные) и предварительно «пролеченные» тетрациклином (контрольные), питались кровью с вирусом денге в концентрациях 5,3; 6,0; 6,3; 7,8 log/мл. Опытные, питавшиеся кровью 5,3; 6,0; 6,3 log/мл, не показали наличия вируса через 7 и 14 дней, 8% комаров, получавших кровь с концентрацией вируса 7,8 log/мл, инфицировались. Контрольные комары все (от 23 до 100%) были инфицированы вне зависимости от концентрации вируса в крови [18].

Желтая лихорадка

Желтая лихорадка – особо опасная болезнь, вызываемая вирусом желтой лихорадки семейства *Flaviviridae*, род. *Flavivirus*. Вирус имеет геном, представленный одноцепочечной РНК положительной полярности. Распространена желтая лихорадка в тропическом поясе, в первую очередь в странах Африки (южнее Сахары) и Южной Америки, эндемичны также страны Юго-Восточной Азии. Основным переносчик – комары рода *Aedes*, в первую очередь *Ae. aegypti*. Инкубационный период составляет 3–7 дней, при этом большинство людей переносят инфекцию, как легкую гриппоподобную болезнь. У 15% заболевших отмечаются серьезные симптомы, включающие озноб, боль в пояснице, головную боль и лихорадку. Свое название заболевание получило от желтухи, развивающейся из-за поражения печени. Наиболее уязвимы дети и люди пожилого возраста.

С момента создания эффективной вакцины против желтой лихорадки заболеваемость резко упала. В настоящее время периодически возникают вспышки в Африке и Южной Америке.

К моменту написания публикации аутохтонных случаев заболевания желтой лихорадкой в Европейском регионе нет.

Лихорадка денге

Лихорадка денге – геморрагическая лихорадка, вызываемая вирусом денге из семейства *Flaviviridae*. Существует 4 серотипа вируса: DEN 1, DEN 2, DEN 3 и DEN 4 соответственно. Инкубационный период от 3 до 10 дней (в среднем 5–7), клиническая картина проходит в 3 фазы: лихорадочная, критическая и реконвалесцентная [19]. Течение заболевания может

варьироваться от бессимптомного до смертельно-го, опасны случаи повторного заражения другим серотипом, опасно повторное заражение, в этом случае течение инфекции особенно тяжелое. По данным ВОЗ, ежегодно регистрируется более 50 млн случаев лихорадки денге, из них 22 тыс. заканчиваются смертью [20]. Эндемичные районы для лихорадки денге – Юго-Восточная Азия, Африка и Южная Америка – традиционные ареалы обитания *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*.

В Европе последняя эпидемия денге была зарегистрирована в 1927–1928 гг. в Греции с высокой смертностью, тогда в качестве переносчика был *Ae. aegypti* [21].

В XXI веке лихорадка денге вновь вернулась на территорию Европы, при этом в качестве переносчика выступил *Ae. albopictus*.

Франция

В XXI веке аутохтонная передача вируса денге произошла во Франции в 2010 г., в Ницце, на юго-востоке Франции, где в обилии обнаруживаются *Ae. albopictus*. Вспышка включала двух человек: мужчина 60 лет, проживающий в Ницце, департамент Приморские Альпы (заболел 23 августа 2010 г.) и 18-летний мужчина, место жительства которого было примерно в 70 метрах от первого заболевшего. Молекулярное типирование выявило вирус денге серотипа 1. Оба пострадавших не покидали территорию Франции в течение 15 дней и не контактировали с лихорадящими больными. Поэтому инфицироваться они могли быть комарами, попавшими на территорию Франции на корабле или самолетом, или при контакте с больным со стертыми признаками болезни [22].

В октябре 2013 г. аутохтонная лихорадка денге была диагностирована у лаборантки из департамента Буш-дю-Рон, Южная Франция. Реакция нейтрализации выявила антитела к серотипу 2 (1/160 к DEN-2 против 1/20 к DEN-1,3,4). В ходе расследования отрабатывались две основных версии. По первой – передача была парентеральной (больная работала в кабинете забора крови) и через укус комара. Больная утверждала, что при венепункции она не всегда была в перчатках, но при этом она не упоминала о лихорадящих больных. Анализ сывороток крови пациентов, бывших в контакте с больной, дал отрицательные результаты в ОТ-ПЦР и ИФА на вирус денге. Больная отрицала нападение на нее комаров, кроме одного случая острого почесывания, похожего на укус комара, за восемь дней до появления симптомов.

Обзор базы данных эпиднадзора не выявил ни одного случая ввоза денге, подтвержденного референс-лабораторией по надзору за арбовирусными инфекциями в департаменте Буше-дю-Рон с 1 августа 2013 г. Однако один предполагаемый случай заболевания был зарегистрирован в соседнем департаменте у женщины, у которой отмечалась лихорадка и сыпь 19 сентября, через пять дней после

возвращения с Карибского острова Гваделупа, где продолжалась вспышка денге. Результаты исследованной (ПЦР в реальном времени и ИФА) сыворотки крови, взятой на второй день болезни, не показали наличие какой-либо из лихорадок – денге, Западного Нила, чикунгуньи или энцефалита Сент-Льюиса. Энтомологический мониторинг ее жилого района и посещенных ею мест был проведен 24 сентября, прежде чем были получены отрицательные результаты анализов. Среди посещенных мест женщина упомянула кратковременное нахождение за день до появления симптомов недалеко (менее чем в 200 метрах) от места работы автохтонного больного (лаборант из Буш-дю-Рон). Повторный анализ сыворотки крови больной, прибывшей из Гваделупы, дал положительные результаты ОТ-ПЦР и наличие антител IgG на денге-2 [23].

В августе и сентябре 2015 г. в городе Ним на юге Франции случилась очередная вспышка заболевания, причиной которой послужил импортированный случай лихорадки денге. У пациента внезапно поднялась температура, сопровождаемая головной болью, астенией и диареей 4 июля 2015 г., через 5 дней после возвращения из Французской Полинезии. Диагноз был подтвержден real-time ОТ-ПЦР и возбудитель идентифицирован, как денге серотип 1.

Всего было выявлено семь случаев аутохтонной денге, шесть из которых были подтвержденными и один – вероятный. Все пациенты проживали в радиусе 300 м от места жительства двух аутохтонных пациентов.

Исследование комаров *Ae. albopictus* на территории вспышки на наличие РНК вируса денге дали отрицательный результат [24].

Хорватия

С 2007 г. эпидемиологическая служба Хорватского национального института общественного здравоохранения (CNIPH) зарегистрировала шесть импортированных случаев лихорадки денге. Все заболевшие, кроме одного, были хорватскими гражданами, которые провели время в районах с местной передачей этого заболевания (Юго-Восточная Азия, Южная Америка) и имели умеренную клиническую картину лихорадки денге.

Хотя сероэпидемиологическое исследование, проведенное в 1980 г. в ограниченном районе северо-восточной Хорватии с участием здоровых молодых жителей, доказало наличие антител к DENV типа 2 (3,9%) и типа 1 (2,1%) [25], ни один случай лихорадки денге не был зарегистрирован медицинскими службами.

Ae. albopictus впервые был выявлен в Хорватии в 2004 г. в окрестностях Загреба [26]. В течение двух лет *Ae. albopictus* встречался на всей территории Адриатического побережья: от Северной Истрии – на севере до Дубровника – на юге. По данным рутинного мониторинга комаров и опубликованным статьям, *Ae. albopictus* теперь постоянно встречается в прибрежных, но еще не в континентальных областях Хорватии.

Вскоре после сообщений о первом аутохтонном случае лихорадки денге, диагностированной во Франции в 2010 г., эпидемиологическая служба CNIPN была уведомлена 30 сентября Институтом Роберта Коха (RKI) о гражданине Германии, который имел симптоматику лихорадки денге сразу после возвращения в Германию из 15-дневного пребывания на полуострове Пелешац в Хорватии. Вирусологическое исследование выявило наличие специфических IgM, повышенный уровень специфического IgG и наличие антигена NS1 вируса денге в крови пациента. Поскольку это был первый случай заболевания лихорадкой денге, вероятно, приобретенной в Хорватии, было проведено эпидемиологическое расследование. 22 октября 2010 г. сообщалось о возможном заболевании лихорадкой денге жителя той же деревни, где проживал гражданин Германии. Последующая лабораторная диагностика выявила у него специфические антитела IgM к вирусу денге. Кроме этого, было собрано 14 образцов крови от здоровых жителей, чьи дома были вблизи места жительства заболевшего. Образцы анализировали методом ИФА на наличие антител к вирусам денге и Западного Нила IgM/IgG. Девять образцов имели специфические к вирусу лихорадки денге IgG, семь – специфические IgM. Так же 112 сывороток, собранных от анонимных пациентов, обратившихся за медицинской помощью по различным причинам в октябре 2010 г., были исследованы в лаборатории местного медицинского центра. В шести сыворотках были обнаружены специфические к вирусу лихорадки денге IgG (один образец с пограничным значением), в пяти – IgM (три образца с пограничным значением). Во всех 112 сыворотках отсутствовали специфические IgM и IgG к вирусу лихорадки Западного Нила.

Было проведено вирусологическое исследование 44 взрослых особей *Ae. albopictus*, разделенных на 8 пулов от пяти до семи комаров. Все восемь пулов дали отрицательный результат на вирус денге в ОТ-ПЦР, проведенной в региональной референс-лаборатории ВОЗ по арбовирусам Института микробиологии и иммунологии в Любляне, Словения [27].

Путь импорта инфекции в Хорватию остался невыясненным [28].

Мадейра

С начала октября 2012 г. по начало 2013 г. на острове Мадейра было зарегистрировано 2144 случая аутохтонного заражения вирусом денге. Сообщений о тяжелой форме течения болезни не поступало, и в последние недели 2012 г. наблюдалось снижение числа новых случаев инфекции.

Секвенирование вируса денге показало, что вспышку на Мадейре вызвал вирус денге, близкий к вирусам, циркулирующим в Венесуэле, Бразилии и Колумбии. Применяя индекс импорта, Венесуэла была определена в качестве наиболее вероятного

источника импорта вируса денге через путешественников на Мадейру.

На возрождение и географическую экспансию лихорадки денге могли повлиять такие факторы, как изменение климата, эволюция вирусов, ухудшение борьбы с переносчиками и др. [29]. Социальные изменения, включая рост населения, неконтролируемую урбанизацию, вероятно, являются главным фактором, который привел к усилению вируса денге во многих эндемичных странах в последние десятилетия [30]. Определенную роль в географическом распространении в неэндемичные районы инфицированных комаров *Aedes* сыграло судоходство [31] и импорт вируса денге через вирусных путешественников, перемещающихся самолетами [32,33]

Чикунгунья

Вирус чикунгуньи относится к семейству *Togaviridae*, род *Alphavirus*. Вирион имеет сферическую форму размером 70 нм. Вирус имеет липопротеидную оболочку и несегментированный геном РНК положительной полярности. Длина генома составляет 11 824 нуклеотида и вся последовательность полностью расшифрована. Вирус чикунгунья был обнаружен в Танзании в 1953 г., и с тех пор спектр гематофагальных членистоногих, способных выступать в качестве векторов для передачи этого вируса человеку, установлен и включает в себя многие виды комаров, принадлежащих к роду *Aedes*, в том числе *Ae. albopictus* [34].

Чикунгунья передается человеку комарами *Ae. albopictus*, и после короткого инкубационного периода (от 2 до 12 дней) около 80% инфицированных людей становятся тяжело больными. Наиболее выраженными симптомами инфекции являются лихорадка, артралгия, миалгия, отеки и кожная сыпь. Острая клиническая картина обычно длится менее двух недель, но длительная артралгия присутствует примерно у 65% пациентов и через шесть месяцев.

Необходимо отметить, что *Ae. albopictus* стал более активным переносчиком вируса чикунгуньи после происшедшей в геноме вируса мутации белка E1 в генотипе ECSA (Восточно/Центрально/Южно-Африканский), которая заключалась в замене аминокислотного аланина валином в положении 226 белка E1 (A226V) (одного из двух основных гликопротеинов поверхности оболочки). Для мутантного генотипа A226V характерна большая активность вируса, что показано на примере штаммов, выделенных от индийских пациентов в конце 2006 г. [35]

Италия

В конце августа 2007 г. районное управление здравоохранения Равенны, города на северо-востоке Италии, проинформировало Итальянский национальный институт здравоохранения (Istituto Superiore di Sanità) о вспышке лихорадки, локализованной в двух небольших деревнях.

Диагноз «лихорадка чикунгунья» был подтвержден с помощью ПЦР и/или серологических анализов (IgM и тест нейтрализации бляшек-PRNT). Эпидемиологическое расследование показало, что вспышка началась примерно через 10 дней после короткого визита больного с вирусом (индексным случаем был мужчина, приехавший из штата Керала, Индия) к своим родственникам, проживающим в деревне Кастильоне-Ди-Червиа. К концу вспышки было зарегистрировано более 200 больных, главным образом в двух деревнях, в то время как небольшие группы заболевших имели место в соседних городах, расположенных на расстоянии до 75 км от эпицентра вспышки.

К концу октября 2017 г. национальным властям было сообщено о 269 больных лихорадкой чикунгунья в районе, прилегающем к г. Анцио, о 61 больном в Риме, в то время как другие спорадические случаи или небольшие группы заболевших были выявлены в других районах региона Лацио. К середине сентября случаи лихорадки чикунгунья были также выявлены в Гуардавалле Марина, деревне, расположенной на юге Италии на Ионическом побережье Калабрии. По состоянию на конец октября в районе гавани Гуардавалле было зарегистрировано в общей сложности 68 случаев лихорадки чикунгунья, Эпидемиологическое расследование и филогенетический анализ, проведенные Институтом здравоохранения, показали связь между этой вспышкой и вспышкой в Анцио (неопубликованные данные).

Эпидемическая кривая показывает, что вирус чикунгунья циркулировал незамеченным в Анцио с июня 2017 г., в то время как вспышка в Гуардавалле Марина началась в августе.

Существует несколько факторов, которые могут повлиять на распространение вируса чикунгунья в таких странах, как Италия. Во-первых, глобальное распространение лихорадки чикунгунья повышает риск завоза инфекции. Например, итальянская вспышка 2007 г. была эпифеноменом эпидемии лихорадки чикунгунья, которая началась на побережье Кении в 2004 г., а затем распространилась на острова Индийского океана, Индийский субконтинент, Юго-Восточную Азию и была вызвана генотипом ECSA вируса (западноафриканский и азиатский), в то время как вспышка 2017 г. также, вероятно, была следствием эпидемии лихорадки чикунгунья, опустошавшей Пакистан, часть Индии и Бангладеш. Во-вторых, мутации вируса могут повышать приспособленность к конкретным видам переносчиков. Итальянская вспышка, например, была вызвана вариантом генотипа ECSA, с заменой аминокислотного аланина валином в положении 226 белка E1 [36].

Франции (Монпелье)

В октябре 2014 г. вспышка аутохтонной лихорадки чикунгунья (11 подтвержденных и 1 вероятный случаи) произошла в районе г. Монпелье

на юге Франции, колонизированного комарами *Ae. albopictus* с 2010 г. В качестве индексного был определен случай возвращения из Камеруна человека, проживающего в пострадавшем районе [37].

Лихорадка зика

Вирус зика (семейство *Flaviviridae*, род *Flavivirus*) имеет одноцепочечную положительную РНК. Впервые выделен в 1947 г. от лихорадящих макак-резусов в Уганде, затем в популяции комаров в том же лесу [38], в 1954 г. – от жителей Нигерии [39]. В большинстве случаев лихорадка зика протекает бессимптомно или с легкой лихорадкой, сыпью, конъюнктивитом, мышечными и суставными болями или головной болью. Однако сообщалось, что неврологические проявления, такие как синдром Гийена-Барре, встречаются с частотой 2–3 на 10 000 инфицированных вирусом зика взрослых и детей [40]. Отдельно следует отметить риск развития микроцефалии у новорожденных от матерей, болевших лихорадкой зика во время беременности. Абсолютный риск микроцефалии колебался от 0,03 до 17,1% в зависимости от географического района, используемого определения микроцефалии и уровня заболеваемости лихорадкой зика [41].

До 2007 г. случаи лихорадки зика были спорадическими, пока на острове Яп (Федеративные штаты Микронезии) не произошла вспышка, при которой почти 73% населения имели антитела к вирусу зика, а симптомы инфекции – 18% инфицированных лиц [42].

С тех пор вспышки регистрировались во Французской Полинезии, на островах Кука, острове Пасхи, в Новой Зеландии и в Северной и Южной Америке [43–45]. К 5 августа 2016 г. 43 страны и отдельные территории подтвердили местную трансмиссивную передачу вируса зика в Южной и Центральной Америке с 2015 г. [46].

Крупнейшая вспышка произошла в Южной Америке в 2014–2015 гг., где было инфицировано 440 000–1 300 000 человек в 33 странах [47].

Ae. aegypti является основным переносчиком вируса зика. В лабораторных условиях изучалась способность европейских популяций *Ae. albopictus* к передаче вируса зика, было показано, что она значительно варьируется в зависимости от происхождения вируса и происхождения комаров [48–50].

Ae. albopictus был переносчиком вируса зика в 2007 г. в Габоне [51] и, возможно, в Мексике в 2016 г. [52]. Однако до сих пор не было никаких доказательств, что *Ae. albopictus* был вовлечен в передачу вируса зика в Европе. Во время массовой вспышки азиатской линии вируса зика в Северной и Южной Америке в 2016 г. в странах Европейского Союза/Европейской экономической зоны не было выявлено ни одного случая лихорадки зика, несмотря на 584 завозных случаев заболевания с мая по октябрь 2016 г. среди жителей

Таблица 1. Среднемесячные температуры в регионах, где были зарегистрированы случаи аутохтонной передачи вирусных природно-очаговых инфекций (<https://ru.climate-data.org/>)

Table 1. Average monthly temperatures in regions where cases of autochthonous transmission of natural-focal viral infections have been reported (<https://ru.climate-data.org/>)

№ п/п	Аутохтонная передача Autochthonous transmission	Город/Регион Region	Среднемесячные температуры Average monthly temperatures											
			Янв. Jan.	Фев. Feb.	Март March.	Апр. Apr.	Май May	Июнь June	Июль July	Авг. Aug.	Сент. Sept.	Окт. Oct.	Нояб. Nov.	Дек. Dec.
1.		Сочи Sochi	6,4	6,8	8,6	12,8	16,9	20,4	22,8	22,9	19,8	15,6	11,8	8,6
2.		Краснодар Krasnodar	-0,1	0,6	4,2	11,7	17,0	20,9	23,4	22,8	17,9	11,5	6,7	2,6
3.		Майкоп Maykop	0,7	1,3	4,8	11,4	16,2	19,9	22,4	22,2	17,5	11,9	7,2	3,1
4.		Туапсе Tuapse	5,0	5,2	7,0	11,8	16,4	20,3	23,1	23,3	19,3	14,3	10,5	7,1
5.	Денге Dengue	Ницца Nice	8,0	8,6	10,4	13,0	16,5	19,8	22,3	22,2	20,3	16,1	12,0	9,0
6.	Денге Dengue	Ним Nim	5,7	6,7	9,7	12,4	16,1	20,1	23,2	22,4	19,2	14,5	9,7	6,5
7.	Денге Dengue	Экс-ан-Прованс Aix-en-Provence	5,1	6,1	8,9	11,6	15,5	19,2	21,9	21,3	18,4	13,9	9,2	5,9
8.	Денге Dengue	Дубровник (п-ов. Пелешац) Dubrovnik (Peninsula. Peljesac)	6,1	6,9	9,1	12,0	16,3	20,0	23,1	22,9	19,9	15,5	10,8	7,6
9.	Денге Dengue	Санта Крус де Тенерифе Santa Cruz de Tenerife	14,3	13,9	14,4	15,3	16,7	19,0	21,5	22,6	21,5	19,2	17,1	15,5
10.	Чикунгунья Chikungunya	Равенна Ravenna	2,9	5,1	8,6	12,5	16,7	20,7	23,1	22,9	19,6	14,6	8,9	4,3
11.	Чикунгунья Chikungunya	Рим (Анцио) Rome (Anzio)	7,7	8,9	10,8	13,7	17,7	21,7	24,4	24,3	21,3	16,8	12,3	8,9
12.	Чикунгунья Chikungunya	Монпелье Montpellier	5,9	6,8	10,1	12,7	16,0	19,8	22,3	22,0	19,2	14,6	10,2	6,7
13.	Зика Zika	Йер Hyeres	8,3	8,6	10,5	12,9	16,3	19,8	22,5	22,3	20,2	16,1	12,0	9,2

районов с установленным присутствием значительного количества *Ae. albopictus* [53].

Франция

Первый аутохтонный трансмиссивный случай (два заболевших) лихорадки зика на территории Франции (в т.ч. Европы) был зарегистрирован в августе 2019 г. [54]. До этого в Европе (Италия) был зафиксирован случай аутохтонной передачи вируса зика, но это был сексуальный контакт [55].

Оба заболевших проживали в департаменте Вар в г. Йер. Больные утверждают, что не покидали территорию Франции в течение 15 предшествующих болезни дней.

Заключение

Эпидемический очаг природных вирусных инфекций обязательно должен включать в себя резервуар

инфекции, переносчика и условия необходимые для репликации вируса в переносчике. Из приведенных выше примеров видно, что сезонная зимняя пауза для переносчиков не является преградой для аутохтонной передачи вируса в эндемичных районах. Из таблицы 1 видно, что все районы с сезонными аутохтонными вспышками вышеописанных инфекций имеют такой же температурный режим, что и в городах Краснодарского края и Республики Адыгея (Сочи, Краснодар, Майкоп, Туапсе). Во всех указанных городах в течение нескольких последних лет регистрируется *Ae. albopictus*. Таким образом, на территории Краснодарского края сформированы все природные предпосылки для аутохтонной передачи вышеописанных вирусных природно-очаговых инфекций. Импорт больного с вирусемией в течение летнего периода – достаточное условие для локальной передачи инфекции.

Следует также отметить, что в Европе наибольшее число аутохтонных случаев не эндемичных вирусных лихорадок было зарегистрировано во Франции. Мы считаем, что это объясняется наибольшим объемом туристического потока в эту страну – Так, в 2018 г. Францию посетило более 89 322 000 человек [56], а также большим количеством мигрантов из стран эндемичных по описываемым вирусным природно-очаговым инфекциям. В 2018 г. Россию посетило 24 551 000 туристов, в т.ч. 2 124 000 – из эндемичных стран. Выехало граждан Франции в том же году – 26 914 000 человек, а граждан Россиян – 24 551 000 человек в т.ч. в эндемичные страны 2 124 000. Итого туристический поток во Франции составил 116 236 000 чел./год, России – 26 675 000 чел./год, разница – в 4,36 раза [57–59].

К сожалению, данных о туризме по Краснодарскому краю в открытых источниках мы не нашли. В 2019 г. зарегистрировано 6 завозных случаев

лихорадки денге – в г. Анапа (1 случай), г. Сочи (4 случая) и в Курганинском районе (1 случай). Завоз осуществился из Таиланда (остров Пхукет – 5 случаев) и с Кубы (г. Гавана – 1 случай). Все случаи лихорадки денге подтверждены лабораторно-молекулярно-биологическим методом (ПЦР) [60].

Завоз лихорадки денге известен только по г. Сочи, он произошел в летний период (июль–август).

За предыдущие 5 лет завозных случаев лихорадки зика, денге, желтой и чикунгунья на территорию Краснодарского края зарегистрировано не было.

Таким образом, на территории Краснодарского края существует возможность возникновения всплеск аутохтонной передачи вирусных природно-очаговых инфекций, переносимых *Ae. albopictus*. Ослабление эпидемического контроля за комарами и медицинского наблюдения за завозными случаями тропических лихорадок может иметь серьезные последствия.

Литература

1. Федорова М. В., Швец О. Г., Патраман И. В. и др. Завозные виды комаров на черноморском побережье Кавказа: современные ареалы. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2019. № 1. С. 47–55. doi:10.33092/0025-8326mp2019.1.47-55.
2. Hawley W.A., Reiter P., Copeland R.S., et al. *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. // Science. 1987 May 29; 236(4805):1114–6. doi:10.1126/science.3576225.
3. Kutateladze T., Zangaladze E., Dolidze N., et al. First Record of *Aedes albopictus* in Georgia and Updated Checklist of Reported Species. // Journal of the American Mosquito Control Association. 2016 Sep;32(3):230–233. doi:10.2987/16-6574.1.
4. Simmons C.P., Farrar J.J., Chau N.V.V., et al. Dengue. // The New England journal of medicine. 2012 Apr 12;366(15):1423–32. doi:10.1056/NEJMra1110265.
5. Akiner M.M., Demirci B., Babuadze G., et al. Spread of the Invasive Mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the Black Sea Region Increases Risk of Chikungunya, Dengue, and Zika Outbreaks in Europe. // PLoS neglected tropical diseases. 2016 Apr 26;10(4):e0004664. doi:10.1371/journal.pntd.0004664.
6. Ganushkina L.A., Patraman I.V., Rezza G., et al. Detection of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Aedes koreicus* in the Area of Sochi, Russia. // Vector borne and zoonotic diseases. 2016; 16(1):58–60. doi:10.1089/vbz.2014.1761.
7. Delatte H., Gimonneau G., Tribouire A., et al. Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue in the Indian Ocean. // Journal of medical entomology. 2009, 46, 33–41. PMID: 19198515 doi:10.1603/033.046.0105.
8. Kraemer M. U. G., Sinka M. E., et al. The Global Distribution of the Arbovirus Vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. // eLife. 2015; 4: e08347. PMID: 26126267 PMCID: PMC4493616 doi:10.7554/eLife.08347.
9. Teng H.J., Apperson C.S. Development and survival of immature *Aedes albopictus* and *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae) in the laboratory: Effects of density, food, and competition on response to temperature. // Journal of medical entomology. 2000, 37, 40–52. PMID: 15218906 doi:10.1603/0022-2585.37.1.40.
10. Powell J. R. Mosquito-Borne Human Viral Diseases: Why *Aedes aegypti*? // The American journal of tropical medicine and hygiene. 2018 Jun;98(6):1563–1565. doi:10.4269/ajtmh.17-0866. Epub 2018 Mar 15.
11. Bargielowski I. E., Lounibos L. Ph., Carrasquilla M. C.. Evolution of Resistance to Satyrization Through Reproductive Character Displacement in Populations of Invasive Dengue Vectors. // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2013 Feb 19;110(8):2888–92. doi:10.1073/pnas.1219599110. Epub 2013 Jan 28.
12. Рябова Т. Е., Юничева Ю. Б., Маркович Н. Я. и др. Обнаружение комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. в г. Сочи. // Медицинская паразитология. - 2005. № 3. С. 1–5.
13. Юничева Ю. Б., Рябова Т. Е., Маркович Н. Я. и др. Первые данные о наличии размножающейся популяции *Aedes aegypti* L. в районе Большого Сочи и отдельных городах Абхазии. // Медицинская паразитология – 2008. № 3. С. 40–43.
14. Mordecai E. A., Cohen J. M., Evans M. V., et al. Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. // PLoS neglected tropical diseases. 2017 Apr; 11(4): e0005568. doi:10.1371/journal.pntd.0005568.
15. Samuel G. H., Adelman Z. N., Myles K. M. Temperature-dependent effects on the replication and transmission of arthropod-borne viruses in their insect hosts. // Current opinion in insect science. 2016 Aug; 16:108–113. doi:10.1016/j.cois.2016.06.005.
16. Johnson N. The Impact of Wolbachia on Virus Infection in Mosquitoes Karyn. // Viruses. 2015 Nov 4;7(11):5705–17. PMID: 26556361 PMCID: PMC4664976 doi:10.3390/v7112903.
17. Dorigatti I., McCormack C., Nedjati-Gilani G., et al. Using Wolbachia for Dengue Control: Insights From Modelling. // Trends in Parasitology. 2018 Feb; 34(2):102–113. doi:10.1016/j.pt.2017.11.002. Epub 2017 Nov 25.
18. Moreira L. A., Iturbe-Ormaetxe I., Jeffery J. A., et al. A Wolbachia symbiont in *Aedes aegypti* limits infection with dengue, Chikungunya, and Plasmodium. // Cell. 2009 Dec 24;139(7):1268–78. doi:10.1016/j.cell.2009.11.042.
19. Centers for Disease Control and Prevention. Dengue fever and dengue hemorrhagic fever. Доступно на: <https://www.cdc.gov/dengue/symptoms/index.html>. Ссылка активна на 22 января 2020 г.
20. Всемирная организация здравоохранения. Лихорадка Денге. Geneva: WHO. Доступно на: <http://www.who.int/csr/disease/dengue/impact/en/index.html>. Ссылка активна на 13 января 2020 г.
21. Halstead S.B., Papaevangelou G. Transmission of dengue 1 and 2 viruses in Greece in 1928. // The American journal of tropical medicine and hygiene. 1980;29(4):635–7. PMID: 6996504 doi:10.4269/ajtmh.1980.29.635.
22. La Ruchel G., Souarès Y., Armengaud A., et al. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France. // Euro surveillance : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2010 Sep 30;15(39):19676. PMID: 20929659.
23. Marchand E., Prat C., Jeannin C., et al. Autochthonous Case of Dengue in France, October 2013. // Euro surveillance : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2013 Dec 12;18(50):20661. doi:10.2807/1560-7917.es2013.18.50.20661.
24. Succo T., Leparc-Goffart I., Ferré J.-B., et al. Autochthonous Dengue Outbreak in Nîmes, South of France, July to September 2015. // Euro surveillance : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2016 May 26;21(21). doi:10.2807/1560-7917.Es2016.21.21.30240.
25. Ropac D., Gould E., Punda V., et al. Dengue viruses in northeastern Croatia. // Lijecnicki vjesnik. 1988;110(6–7):177–80. PMID: 3185085.
26. Klobucar A., Merdic E., Benic N., et al. First record of *Aedes albopictus* in Croatia. // Journal of the American Mosquito Control Association. 2006;22(1):147–8. PMID: 16646340 doi:10.2987/8756-971X(2006)22[147:FROAAI]2.0.CO;2.
27. Leparc-Goffart I., Baragatti M., Temmam S., et al. Development and validation of real-time one-step reverse transcription-PCR for the detection and typing of dengue viruses. // Journal of clinical virology: the official publication of the Pan American Society for Clinical Virology. 45 (2009) 61–66. PMID: 19345140 doi:10.1016/j.jcv.2009.02.010.
28. Gjenero-Margan I., Aleraj B., Krajcar D., et al. Autochthonous Dengue Fever in Croatia, August–September 2010. // Euro surveillance : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2011 Mar 3;16(9):19805. PMID: 21392489.
29. Gubler D.J. Dengue/dengue haemorrhagic fever: history and current status. // Novartis Foundation symposium. 2006;277:3–16; discussion 16–22, 71–3, 251–3. doi:10.1002/0470058005.ch2.
30. Gubler D.J. Dengue, urbanization and globalization: the unholy trinity of the 21(st) Century. // Tropical medicine and health. 2011 Dec;39(4 Suppl):3–1. doi:10.2149/tmh.2011-S05

31. Reiter P. Yellow fever and dengue: a threat to Europe? // *Euro surveillance* : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 11 Mar 2010;15(10):19509. PMID: 20403310.
32. Wilder-Smith A, Gubler D. J. Geographic expansion of dengue: the impact of international travel. // *The Medical clinics of North America*. 2008 Nov;92(6):1377–90. doi: 10.1016/j.mcna.2008.07.002.
33. Wilder-Smith A, Schwartz E. Dengue in travelers. // *The New England journal of medicine*. 2005 Sep 1;353(9):924–32. doi: 10.1056/NEJMra041927.
34. Rezza G. Chikungunya is back in Italy: 2007–2017. // *Journal of travel medicine*. 2018 Jan 1;25(1). doi: 10.1093/jtm/tay004.
35. Vazeille M, Moutailler S, Coudrier D, et al. Two Chikungunya isolates from the outbreak of La Reunion (Indian Ocean) exhibit different patterns of infection in the mosquito, *Aedes albopictus*. // *PLoS One*. 2007 Nov 14;2(11):e1168. doi: 10.1371/journal.pone.0001168.
36. Rezza G. Chikungunya Is Back in Italy: 2007–2017. // *Journal of travel medicine*. 2018 Jan 1;25(1). doi: 10.1093/jtm/tay004.
37. Delisle E, Rousseau C, Broce B, et al. Chikungunya Outbreak in Montpellier, France, September to October 2014. // *Euro surveillance* : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2015 Apr 30;20(17):21108. doi: 10.2807/1560-7917.es2015.20.17.21108.
38. Dick G.W., Kitchen S.F., Haddock A.J. Zika virus. I. Isolations and serological specificity. // *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 1952 Sep;46(5):509–20. doi: 10.1016/0035-9203(52)90042-4.
39. MacNamara F.N. Zika virus: a report on three cases of human infection during an epidemic of jaundice in Nigeria. // *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 1954 Mar;48(2):139–45. doi: 10.1016/0035-9203(54)90006-1.
40. Mier-Y-Teran-Romero L, Delorey M.J., Sejvar J.J., et al. Guillain-Barré syndrome risk among individuals infected with Zika virus: a multi-country assessment. // *BMC medicine*. 2018;16(1):67. PMID: 29759069 doi: <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1052-4>.
41. Всемирная Организация Здравоохранения. Риск микроцефалии после заражения вирусом Зика в Бразилии с 2015 по 2016 годы. Доступно на: <https://www.who.int/bulletin/volumes/95/3/16-178608-ab/ru/>. Ссылка активна на 22 января 2020 г.
42. Duffy M.R., Chen T.H., Hancock W.T., et al. Zika virus outbreak on Yap Island, Federated States of Micronesia. // *The New England journal of medicine*. 2009 Jun 11;360(24):2536–43. doi: 10.1056/NEJMoa0805715.
43. Roth A., Mercier A., Lepers C., et al. Concurrent outbreaks of dengue, chikungunya and Zika virus infections - an unprecedented epidemic wave of mosquito-borne viruses in the Pacific 2012–2014. // *Euro surveillance* : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2014 Oct 16;19(41):20929. doi: 10.2807/1560-7917.es2014.19.41.20929.
44. Dupont-Rouzeyrol M., O'Connor O., Calvez E., et al. Co-infection with Zika and dengue viruses in 2 patients, New Caledonia, 2014. // *Emerging infectious diseases*. 2015 Feb;21(2):381–382. doi: 10.3201/eid2102.141553.
45. Fauci A.S., Morens D.M. Zika virus in the Americas – yet another arbovirus threat. // *The New England journal of medicine*. PMID: 26761185 doi: 10.1056/NEJMp1600297.
46. Septfonds A., Leparc-Goffart I., Couturier E., et al. Travel-associated and autochthonous Zika virus infection in mainland France, 1 January to 15 July 2016. // *Euro surveillance* : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2016 Aug 11;21(32):30315. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.32.30315.
47. Hennessey M., Fischer M., Staples J.E. Zika virus spreads to new areas — region of the Americas, May 2015 – January 2016. // *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*. 2016;65:55–8. PMID: 26820163 doi: 10.15585/mmwr.mm6503e1.
48. Jupille H., Seixas G., Mousson L., et al. Zika Virus, a New Threat for Europe? // *PLoS neglected tropical diseases*. 2016 Aug 9;10(8):e0004901. doi: 10.1371/journal.pntd.0004901. eCollection 2016 Aug.
49. Heitmann A., Jansen S., Lühken R., et al. Experimental transmission of Zika virus by mosquitoes from central Europe. // *Euro surveillance* : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2017 Jan 12;22(2):30437. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.2.30437.
50. McKenzie B.A., Wilson A.E., Zohdy S. *Aedes albopictus* is a competent vector of Zika virus: A meta-analysis. // *PLoS One*. 2019;14(5):e0216794. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216794>, PMID: 3112569.
51. Grard G., Caron M., Mombi I. M., et al. Zika virus in Gabon (Central Africa) – 2007: a new threat from *Aedes albopictus*? // *PLoS neglected tropical diseases*. 2014 Feb;8(2):e2681. doi: 10.1371/journal.pntd.0002681.
52. Zika virus – Incidence and trends Доступно на: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=34243&lang=en. Ссылка активна на 05 февраля 2020 года.
53. Spiteri G., Sudre B., Septfonds A., et al. Surveillance of Zika virus infection in the EU/EEA, June 2015 to January 2017. // *Euro surveillance* : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2017 Oct 12;22(41):17-00254. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.41.17-00254.
54. Giron S., Franke F., Decoppet A., et al. Vector-borne Transmission of Zika Virus in Europe, Southern France, August 2019. // *Euro surveillance* : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2019 Nov;24(45):1900655. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.45.1900655.
55. Venturi G., Zammarchi L., Fortuna C., et al. An autochthonous case of Zika due to possible sexual transmission, Florence, Italy, 2014. // *Euro surveillance* : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2016;21(8):30148. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.8.30148.
56. Кноета. Международный туризм, число прибытий. Доступно на: <https://knoema.ru/atlas/topics/Туризм/Ключевые-показатели-туризма/Число-прибытий> Ссылка активна на 22 января 2020 г.
57. Ростстат. Число выездных туристских поездок. Обновлено 08.06.2020. Доступно по: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/business/torg/tur/tab-tur1-2.htm. Ссылка активна на 07 сентября 2020 г.
58. Федеральное агентство по туризму. Выборочная статистическая информация, рассчитанная в соответствии с официальной статистической методологией оценки числа въездных и выездных туристских поездок. Доступно на: <https://tourism.gov.ru/contents/analytics/statistics/>. Ссылка активна на 07 сентября 2020 г.
59. Кноета. Международный туризм, число отправлений. Доступно на: <https://knoema.ru/atlas/Франция/topics/Туризм/Ключевые-показатели-туризма/Число-отправлений>. Ссылка активна на 07 сентября 2020 г.
60. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Краснодарского края в 2019 году. 2020 г. с. 96.

References

1. Fedorova MV, Shvez OG, Patraman IV, et al. 2019. Invasive mosquito species of the Black sea coast of the Caucasus: current ranges. *Med Parazitol Mosk.* - 2019 (a). No 1. P.47–55. doi:10.33092/0025-8326mp2019.1.47-55 (In Russ.).
2. Hawley WA, Reiter P, Copeland RS, et al. *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. *Science*. 1987 May 29; 236(4805):1114–6. doi: 10.1126/science.3576225.
3. Kutateladze T, Zangaladze E, Dolidze N, et al. First Record of *Aedes albopictus* in Georgia and Updated Checklist of Reported Species. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 2016 Sep;32(3):230–233. doi: 10.2987/16-6574.1.
4. Simmons CP, Farrar JJ, Chau NVV, et al. Dengue. *The New England journal of medicine*. 2012 Apr 12;366(15):1423–32. doi: 10.1056/NEJMra1110265.
5. Akiner MM, Demirci B, Babuadze G, et al. Spread of the Invasive Mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the Black Sea Region Increases Risk of Chikungunya, Dengue, and Zika Outbreaks in Europe. *PLoS neglected tropical diseases*. 2016 Apr 26;10(4):e0004664. doi: 10.1371/journal.pntd.0004664.
6. Ganushkina LA, Patraman IV, Rezza G, et al. Detection of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Aedes koreicus* in the Area of Sochi, Russia. *Vector borne and zoonotic diseases*. 2016; 16(1):58–60. doi: 10.1089/vbz.2014.1761.
7. Delatte H, Gimonneau G, Triboire A, et al. Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue in the Indian Ocean. *Journal of medical entomology*. 2009, 46, 33–41. PMID: 19198515 doi: 10.1603/033.046.0105.
8. Kraemer M. U. G., Sinka M. E., et al. The Global Distribution of the Arbovirus Vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. *eLife*. 2015; 4: e08347. PMID: 26126267 PMID: PMC4493616 doi: 10.7554/eLife.08347.
9. Teng HJ, Apperson CS. Development and survival of immature *Aedes albopictus* and *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae) in the laboratory: Effects of density, food, and competition on response to temperature. *Journal of medical entomology*. 2000, 37, 40–52. PMID: 15218906 doi: 10.1603/0022-2585-37.1.40.
10. Powell J. R. Mosquito-Borne Human Viral Diseases: Why *Aedes aegypti*? *The American journal of tropical medicine and hygiene*. 2018 Jun;98(6):1563–1565. doi: 10.4269/ajtmh.17-0866. Epub 2018 Mar 15.
11. Bargielowski I. E., Lounibos L. Ph., Carrasquilla M. C.. Evolution of Resistance to Satyrization Through Reproductive Character Displacement in Populations of Invasive Dengue Vectors. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2013 Feb 19;110(8):2888–92. doi: 10.1073/pnas.1219599110. Epub 2013 Jan 28.
12. Ryabova TE, Unichema YV, Markovich NI, et al. Obnaruzhenie komarov Aedes (Stegomyia) aegypti L. v g. Sochi. *Medical Parasitology and parasitic diseases*. 2005. № 3. Pp. 3–4 (In Russ.).
13. Yunicheva YuV, Ryabova TE, Markovich NYa, et al. Pervie dannie o nalichii razmnzhayushchikhiy populatstiyakh, *Aedes aegypti* L. v rayonakh Bol'shogo Sochi I otdelnikh gorodakh Abkhazii. *Meditinskaya Parazitologiya i Parazitarnyye bolezni*. 2008; 3:140–43 (In Russ.).
14. Mordecai E. A., Cohen J. M., Evans M. V., et al. Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. *PLoS neglected tropical diseases*. 2017 Apr; 11(4):e0005568. doi: 10.1371/journal.pntd.0005568.
15. Samuel G. H., Adelman Z. N., Myles K. M. Temperature-dependent effects on the replication and transmission of arthropod-borne viruses in their insect hosts. // *Current opinion in insect science*. 2016 Aug; 16:108–113. doi: 10.1016/j.cois.2016.06.005.
16. Johnson N. The Impact of Wolbachia on Virus Infection in Mosquitoes Karyn. *Viruses*. 2015 Nov 4;7(11):5705–17. PMID: 26556361 PMID: PMC4664976 doi: 10.3390/v7112903.
17. Dorigatti I., McCormack C., Nedjati-Gilani G., et al. Using Wolbachia for Dengue Control: Insights From Modelling. *Trends in Parasitology*. 2018 Feb; 34(2):102–113. doi: 10.1016/j.pt.2017.11.002. Epub 2017 Nov 25.
18. Moreira L. A., Iturbe-Ormaetxe I., Jeffery J. A., et al. A Wolbachia symbiont in *Aedes aegypti* limits infection with dengue, Chikungunya, and Plasmodium. // *Cell*. 2009 Dec 24;139(7):1268–78. doi: 10.1016/j.cell.2009.11.042.
19. Centers for Disease Control and Prevention [Internet]. Dengue fever and dengue hemorrhagic fever. Available at: <https://www.cdc.gov/dengue/symptoms/index.html>. Accessed: 22 Jan. 2020
20. World Health Organization (WHO). Dengue fever. Geneva: WHO. Available at: <http://www.who.int/csr/disease/dengue/impact/en/index.html>. Accessed: 13 Jan 2020
21. Halstead SB, Papaevangelou G Transmission of dengue 1 and 2 viruses in Greece in 1928. *The American journal of tropical medicine and hygiene*. 1980;29(4):635–7. PMID: 6996504 doi: 10.4269/ajtmh.1980.29.635
22. La Ruchel G., Souarès Y., Armengaud A., et al. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France. *Euro surveillance* : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin : bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin. 2010 Sep 30;15(39):19676. PMID: 20929659

23. Marchand E., Prat C., Jeannin C., et al. Autochthonous Case of Dengue in France, October 2013. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2013 Dec 12;18(50):20661. doi: 10.2807/1560-7917.es2013.18.50.20661.
24. Succo T., Leparc-Goffart I., Ferré J.-B., et al. Autochthonous Dengue Outbreak in Nîmes, South of France, July to September 2015. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2016 May 26;21(21). doi: 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.21.30240.
25. Ropac D., Gould E., Punda V., et al. Dengue viruses in northeastern Croatia. *Lijecnicki vjesnik*. 1988;110(6-7):177-80. PMID: 3185085
26. Klobucar A., Merdic E., Benic N., et al. First record of *Aedes albopictus* in Croatia. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 2006;22(1):147-8. PMID: 16646340 doi: 10.2987/8756-971X(2006)22[147:FROAAI]2.0.CO;2
27. Leparc-Goffart I., Baragatti M., Temmam S., et al. Development and validation of real-time one-step reverse transcription-PCR for the detection and typing of dengue viruses. *Journal of clinical virology: the official publication of the Pan American Society for Clinical Virology*. 45 (2009) 61-66. PMID: 19345140 doi: 10.1016/j.jcv.2009.02.010.
28. Gjenero-Margan I., Aleraj B., Krajcar D., et al. Autochthonous Dengue Fever in Croatia, August-September 2010. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2011 Mar 3;16(9):19805. PMID: 21392489.
29. Gubler D.J. Dengue/dengue haemorrhagic fever: history and current status. *Novartis Foundation symposium*. 2006;277:3-16; discussion 16-22, 71-3, 251-3. doi: 10.1002/0470058005.ch2.
30. Gubler D.J. Dengue, urbanization and globalization: the unholy trinity of the 21(st) Century. *Tropical medicine and health*. 2011 Dec;39(4 Suppl):3-1. doi: 10.2149/tmh.2011-505.
31. Reiter P. Yellow fever and dengue: a threat to Europe? *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 11 Mar 2010;15(10):19509. PMID: 20403310.
32. Wilder-Smith A., Gubler D. J. Geographic expansion of dengue: the impact of international travel. *The Medical clinics of North America*. 2008 Nov;92(6):1377-90, x. doi: 10.1016/j.mcna.2008.07.002.
33. Wilder-Smith A., Schwartz A. Dengue in travelers. *The New England journal of medicine*. 2005 Sep 1;353(9):924-32. doi: 10.1056/NEJMra041927.
34. Rezza G. Chikungunya is back in Italy: 2007-2017. *Journal of travel medicine*. 2018 Jan 1;25(1). doi: 10.1093/jtm/tay004.
35. Vazeille M., Moutailler S., Coudrier D., et al. Two Chikungunya isolates from the outbreak of La Reunion (Indian Ocean) exhibit different patterns of infection in the mosquito, *Aedes albopictus*. *PLoS One*. 2007 Nov 14;2(11):e1168. doi: 10.1371/journal.pone.0001168.
36. Rezza G. Chikungunya Is Back in Italy: 2007-2017. // *Journal of travel medicine*. 2018 Jan 1;25(1). doi: 10.1093/jtm/tay004.
37. Delisle E., Rousseau C., Broce B., et al. Chikungunya Outbreak in Montpellier, France, September to October 2014. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2015 Apr 30;20(17):21108. doi: 10.2807/1560-7917.es2015.20.17.21108.
38. Dick G.W., Kitchen S.F., Haddock A.J. Zika virus. I. Isolations and serological specificity. // *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 1952 Sep;46(5):509-20. doi: 10.1016/0035-9203(52)90042-4.
39. MacNamara F.N. Zika virus: a report on three cases of human infection during an epidemic of jaundice in Nigeria. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 1954 Mar;48(2):139-45. doi: 10.1016/0035-9203(54)90006-1.
40. Mier-Y-Teran-Romero L., Delorey M.J., Sejvar J.J., et al. Guillain-Barré syndrome risk among individuals infected with Zika virus: a multi-country assessment. *BMC medicine*. 2018;16(1):67. PMID: 29759069 doi: https://doi.org/10.1186/s12916-018-1052-4.
41. World Health Organization [Internet]. The risk of microcephaly after Zika virus infection in Brazil from 2015 to 2016. Available at: <https://www.who.int/bulletin/volumes/95/3/16-17808-ab/ru/>. Accessed: 22 Jan 2020
42. Duffy MR, Chen TH, Hancock WT, et al. Zika virus outbreak on Yap Island, Federated States of Micronesia. *The New England journal of medicine* 2009 Jun 11; 360(24):2536-43. doi: 10.1056/NEJMoa0805715.
43. Roth A., Mercier A., Lepers C., et al. Concurrent outbreaks of dengue, chikungunya and Zika virus infections - an unprecedented epidemic wave of mosquito-borne viruses in the Pacific 2012-2014. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2014 Oct 16;19(41):20929. doi: 10.2807/1560-7917.es2014.19.41.20929.
44. Dupont-Rouzeyrol M., O'Connor O., Calvez E., et al. Co-infection with Zika and dengue viruses in 2 patients, New Caledonia, 2014. *Emerging infectious diseases*. 2015 Feb; 21(2): 381-382. doi: 10.3201/eid2102.141553.
45. Fauci AS, Morens DM. Zika virus in the Americas - yet another arbovirus threat. *The New England journal of medicine*. PMID: 26761185 doi: 10.1056/NEJMp1600297.
46. Septfonds A., Leparc-Goffart I., Couturier E., et al. Travel-associated and autochthonous Zika virus infection in mainland France, 1 January to 15 July 2016. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2016 Aug 11; 21(32): 30315. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.32.30315.
47. Hennessey M., Fischer M., Staples J.E. Zika virus spreads to new areas - region of the Americas, May 2015, January 2016. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*. 2016;65:55-8. PMID: 26820163 doi: 10.15585/mmwr.mm6503e1
48. Jupille H., Seixas G., Mousson L., et al. Zika Virus, a New Threat for Europe? *PLoS neglected tropical diseases*. 2016 Aug 9;10(8):e0004901. doi: 10.1371/journal.pntd.0004901. eCollection 2016 Aug.
49. Heitmann A., Jansen S., Lühken R., et al. Experimental transmission of Zika virus by mosquitoes from central Europe. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2017 Jan 12; 22(2): 30437. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.2.30437.
50. McKenzie B.A., Wilson A.E., Zohdy S. *Aedes albopictus* is a competent vector of Zika virus: A meta-analysis. *PLoS One*. 2019;14(5):e0216794. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216794. PMID: 31112569.
51. Grard G., Caron M., Mombto I.M., et al. Zika virus in Gabon (Central Africa) - 2007: a new threat from *Aedes albopictus*? *PLoS neglected tropical diseases*. 2014 Feb;8(2):e2681. doi: 10.1371/journal.pntd.0002681.
52. Zika virus - Incidence and trends Доступно на: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&Itemid=270&gid=34243&lang=en. Ссылка активна на 05 февраля 2020 года.
53. Spiteri G., Sudre B., Septfonds A., et al. Surveillance of Zika virus infection in the EU/EEA, June 2015 to January 2017. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2017 Oct 12; 22(41): 17-00254. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.41.17-00254.
54. Giron S., Franke F., Decoppet A., et al. Vector-borne Transmission of Zika Virus in Europe, Southern France, August 2019. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2019 Nov;24(45):1900655. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.45.1900655.
55. Venturi G., Zammarchi L., Fortuna C., et al. An autochthonous case of Zika due to possible sexual transmission, Florence, Italy, 2014. *Euro surveillance: bulletin Européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*. 2016;21(8):30148. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.8.30148.
56. Knoema. International tourism, number of arrivals. Available at: <https://knoema.com/data/international-tourism+arrivals> Accessed: 22 Jan 2020.
57. Rosstat. The number of outbound tourist trips. Updated on 08.06.2020. Available at: https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/business/torg/tur/tab-tur1-2.htm. Accessed: 07 Sep 2020.
58. Federal Agency for Tourism. Sample statistical information calculated in accordance with the official statistical methodology for estimating the number of inbound and outbound tourist trips. Available at: <https://tourism.gov.ru/contents/analytics/statistics/>. Accessed: 07 Sep 2020.
59. Knoema. International tourism, number of departures. Available at: <https://knoema.ru/atlas/>. Accessed: 07 Sep 2020
60. Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya Krasnodarskogo kraya v 2019 godu. April 17, 2020 Page 96 (In Russ.).

Об авторах

- **Сергей Викторович Леншин** – аспирант, НИИ медицинской приматологии. <https://orcid.org/0000-0001-6815-2869>.
- **Иван Васильевич Патраман** – младший научный сотрудник, Сеченовский Университет. <https://orcid.org/0000-0002-3337-4688>.
- **Сергей Владимирович Альховский** – д. б. н., руководитель лаборатории биотехнологии, Институт вирусологии им. Д. И. Ивановского, Национальный центр эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика Н. Ф. Гамалеи. <https://orcid.org/0000-0001-6913-5841>.
- **Олег Иванович Вышемирский** – к. м. н., ведущий научный сотрудник лаборатории инфекционной вирусологии, НИИ медицинской приматологии. <https://orcid.org/0000-0002-5345-8926>.

Поступил: 16.02.2021. Принят в печать: 10.05.2021.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Authors

- **Sergey V. Lenshin** – postgraduate, Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Medical Primatology», Sochi, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-6815-2869>.
- **Ivan V. Patraman** – First Moscow State Medical University Named after I. M. Sechenov (Sechenov University), Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-3337-4688>.
- **Sergey V. Alkhovsky** – Dr. Sci. (Bio.), D.I. Ivanovsky institute of virology of N.F. Gamaleya national research center on epidemiology and microbiology of Ministry of health of Russian Federation, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-6913-5841>.
- **Oleg I. Vyshemirsky** – Cand. Sci. (Med.), Federal State Budgetary Scientific Institution «Scientific Research Institute of Medical Primatology», Sochi, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-5345-8926>.

Received: 16.02.2021. Accepted: 10.05.2021.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.