

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco603702>

Влияние сезонных колебаний температуры и социальных факторов на распространение малярии

Р.С. Аракельян¹, А.Е. Маслянинова², В.А. Еранцева¹, Г.Р. Зейналова¹, Ю.М. Худари¹¹ Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия;² Детская городская поликлиника № 4, Астрахань, Россия

АННОТАЦИЯ

Цель. Ретроспективный анализ распространённости эпизодов малярии на территории Астраханской области за 2002–2022 гг., связанной с климатическими и социальными факторами, с целью повышения эффективности проводимых профилактических мероприятий.

Материал и методы. В ходе обсервационного исследования определяли корреляцию между распространением малярии и климатическими, а также социальными факторами за 2002–2022 гг. на территории Астраханской области. Исследование проводили круглогодично. Анализ климатических и социальных данных выполняли на основании статистической обработки отчётных форм Центра гигиены и эпидемиологии в Астраханской области, а также по данным, предоставленным Роспотребнадзором по Астраханской области. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием Microsoft Office Excel (Microsoft, США) и Bio Stat Professional 5.8.4.

Результаты. Снижение эпизодов малярии в Астраханской области является положительной тенденцией, которая свидетельствует о важности и эффективности мер по борьбе с этой опасной болезнью.

Заключение. Необходимо продолжать работу в этом направлении, чтобы обеспечить безопасность и благополучие населения региона в связи с регистрируемыми завозными случаями малярии.

Ключевые слова: малярия; температура; заболеваемость.

Как цитировать:

Аракельян Р.С., Маслянинова А.Е., Еранцева В.А., Зейналова Г.Р., Худари Ю.М. Влияние сезонных колебаний температуры и социальных факторов на распространение малярии // Экология человека. 2023. Т. 30, № 12. С. 919–928. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco603702>

DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco603702>

Effects of seasonal temperature fluctuations and social factors on the transmission of malaria

Rudolf S. Arakelyan¹, Anna E. Maslyaninova², Valeria A. Erantseva¹,
Gevher R. Zeynalova¹, Yulia M. Khudari¹

¹ Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia;

² Children's City Polyclinic No. 4, Astrakhan, Russia

ABSTRACT

AIM: To conduct a retrospective analysis of the incidence of malaria episodes in the Astrakhan region from 2002 to 2022 in relation to climatic and social factors in order to provide the evidence for development of effective preventive measures.

MATERIAL AND METHODS: An observational study. We performed correlation analysis to study associations between the spread of malaria and climatic and social factors in 2002–2022 in the Astrakhan region. The analysis was based on the data obtained from reporting forms of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Astrakhan Region and Rospotrebnadzor in the Astrakhan region. Statistical processing of the data was carried out using Microsoft Office Excel tables (Microsoft, USA) and BioStat Professional 5.8.4.

RESULTS: A decrease in the number of malaria cases in the Astrakhan region over the study period was a positive trend, which indicates the importance and effectiveness of measures to combat this serious disease.

CONCLUSIONS: It is necessary to continue working in this direction in order to ensure the safety and well-being of the population in relation to the reported imported cases of malaria in the region.

Keywords: malaria; temperature; morbidity.

To cite this article:

Arakelyan RS, Maslyaninova AE, Erantseva VA, Zeynalova GR, Khudari YuM. Effects of seasonal temperature fluctuations and social factors on the transmission of malaria. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2023;30(12):919–928. DOI: <https://doi.org/10.17816/humeco603702>

Received: 04.10.2023

Accepted: 04.06.2024

Published online: 01.07.2024

ОБОСНОВАНИЕ

Согласно последнему докладу Всемирной организации здравоохранения, в 2021 г. малярией заболело 247 млн человек (в 2020 г. — 245 млн). Количество летальных исходов от малярии в 2021 г. составило 619 тыс. (в 2020 г. — 625 тыс.) [1]. Глобальные усилия по борьбе с этим заболеванием привели к его ликвидации в нескольких регионах по всему миру [2–4].

Взаимодействие между комарами-переносчиками, простейшими и человеком-хозяином зависит от соответствующих климатических условий. Климат не является основным фактором, влияющим на географическое распространение или эпидемиологию малярии, однако он оказывает на неё различное влияние [5].

Температура влияет на развитие и смертность векторов *Anopheles* и скорость их укуса. Комары начинают свою жизнь в воде как яйца и продолжают развиваться в личинок и куколок в этой водной среде, прежде чем стать взрослыми особями. Хотя подвзрослые комары приспособлены к водной среде, они очень чувствительны к изменениям температуры и уровня воды в своей среде обитания. Жизненный цикл всех видов паразитов малярии человека характеризуется экзогенной половой фазой, в которой размножение происходит у нескольких видов комаров *Anopheles*, и эндогенной бесполой фазой у хозяина позвоночных. Промежуток времени, необходимый для развития зрелой ооциты, довольно изменчив (7–30 дней), зависит от вида и температуры окружающей среды. При оптимальной температуре воды 24–28 °С развитие личинок может быть завершено примерно за 9–14 дней, при более низких температурах — на 7–14 дней дольше [6].

Кроме того, более высокие температуры, особенно в диапазоне 18–32 °С, имеют тенденцию увеличивать передачу малярии, поскольку ускоряют жизненный цикл векторов *Anopheles* (гонотрофический цикл, то есть частота откладки яиц и скорость их развития) и сокращают продолжительность спорогонного цикла внутри самок комаров *Anopheles* [7–9]. Например, для тропического паразита *Plasmodium falciparum* минимальный температурный порог для развития — 18 °С [10].

Влажность в меньшей степени является важным параметром, который также влияет на передачу малярии. Выживаемость комаров увеличивается при влажности выше 60% [11]. Частота и интенсивность осадков являются важнейшими факторами, создающими места размножения комаров и, таким образом, регулируемыми пик численности комаров-переносчиков [12].

Риск сезонной передачи малярии зависит от сезонных осадков, связанных с муссонами в тропических регионах. Например, наводнения могут препятствовать борьбе с переносчиками инфекции и разрушать местную инфраструктуру здравоохранения. Одновременно с этим обильные осадки смывают места обитания личинок комаров и снижают риск заболевания малярией [13].

Однако не все комары одинаково реагируют на изменения водной среды. Некоторые виды комаров предпочитают чистую воду и тень, в то время как другие — солоноватую или солёную воду. Это означает, что в разных регионах мира от сезонных осадков может быть разный эффект на распространение малярии [14].

Подтверждением влияния климатических факторов на распространённость малярии служит сильная засуха над Сахелем в 1970-х и 1980-х гг., которая привела к сокращению распределения и обилия переносчиков анофелов [15].

Растущая устойчивость переносчиков-комаров к инсектицидам, обычно используемым в обработанных противомоскитных сетках и при опрыскивании помещений, увеличивает нагрузку на борьбу с малярией. Несмотря на все предпринятые профилактические меры, восприимчивость уязвимых групп населения без или с изменённым иммунитетом к инфекции (маленькие дети и беременные женщины) по-прежнему остаётся важной проблемой в борьбе с малярией [16].

В свете этих факторов важно разрабатывать стратегии борьбы с малярией, учитывая сезонные осадки и изменения климата. Это может включать в себя меры по контролю комаров, улучшению инфраструктуры здравоохранения и информированию населения о профилактике малярии. Также необходимо проводить дальнейшие исследования, чтобы лучше понять взаимосвязь между сезонными осадками, климатом и распространением малярии, чтобы эффективно бороться с этим заболеванием.

Цель исследования. Ретроспективный анализ распространённости эпизодов малярии на территории Астраханской области за 2002–2022 гг., связанной с климатическими и социальными факторами, с целью повышения эффективности проводимых профилактических мероприятий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ходе обсервационного исследования определяли корреляцию между распространением малярии и климатическими, а также социальными факторами за 2002–2022 гг. на территории Астраханской области. Исследование осуществляли круглогодично.

Анализ климатических и социальных данных осуществляли на основании статистической обработки отчётных форм Центра гигиены и эпидемиологии в Астраханской области, а также по данным, предоставленным Роспотребнадзором по Астраханской области.

За исследуемый период на территории области зарегистрировано 42 эпизода малярии. Наиболее часто вспышки заболевания фиксировали в 2002–2005 гг., на их долю пришлось 76,2% ($n=32$). В 2006, 2007, 2009–2013, 2015 и 2021 гг. в регионе не было зарегистрировано ни одного случая малярии, а с 2008 г. фиксировали единичные

Таблица 1. Частота встречаемости малярии на территории Астраханской области в 2002–2022 гг.**Table 1.** The incidence of malaria in the Astrakhan region in 2015–2022

Годы Years	Число эпизодов Number of episodes		Экстенсивность инвазии, % The extent of the invasion (%)
	Завозные Imported	Вторичные от завозных Secondary from imported	
2002	4	7	26,3
2003	3	5	18,9
2004	0	7	16,9
2005	3	3	14,4
2008	0	1	4,9
2014	2	0	1,2
2016	1	0	2,5
2017	1	0	2,5
2018	2	0	4,9
2019	1	0	2,5
2020	1	0	2,5
2022	0	1	2,5
Всего / Total	18	24	100,0

случаи завозной малярии. Анализ встречаемости малярии за исследуемый период представлен в табл. 1.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием Microsoft Office Excel (Microsoft, США) и Bio Stat Professional 5.8.4 для получения коэффициента репрезентативности (%) ряда данных.

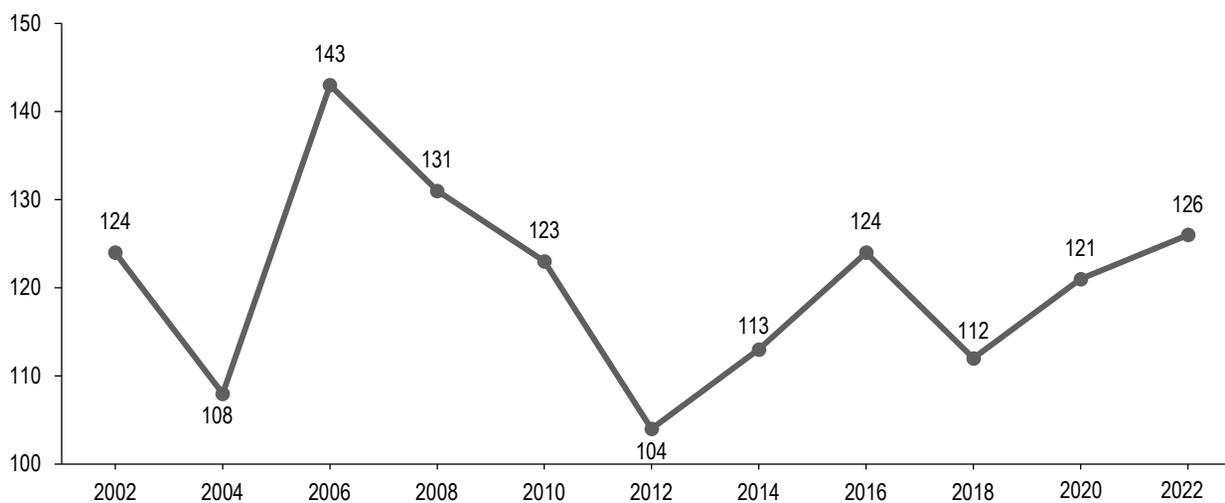
РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно данным Центра гигиены и эпидемиологии в Астраханской области, средний сезон передачи малярии составляет 121 день (рис. 1). Глобальное потепление,

вызванное деятельностью человека, увеличило сроки активного распространения трансмиссивных заболеваний, в том числе малярии.

По данным Роспотребнадзора по Астраханской области, в самую жаркую часть лета (июль–август) комаров-переносчиков малярии мало. Данное поведение обусловлено невозможностью развития паразита в комаре. Действие высоких температур губительно для малярийного плазмодия. Это положительно сказывается на ситуации с малярией в регионе.

Многолетний анализ температурных показателей в регионе показал, что наиболее часто малярию

**Рис. 1.** Продолжительность сезона передачи малярии (в днях).**Fig. 1.** Duration of the malaria transmission season (in days).

регистрировали в весенне-летний период, когда среднесуточная температура была выше +17 °С.

Так, в 2002–2005 гг. зарегистрировано наибольшее число случаев малярии — 76,2% ($n=32$). Распределение по месяцам представлено на рис. 2.

В 2006 и 2007 гг. малярию в Астраханской области не регистрировали. С 2008 г. в регионе регистрируются исключительно завозные и вторичные от завозных эпизоды малярии.

Полученные результаты за 2002–2008 гг. показывают снижение количества случаев малярии на территории Астраханской области. Это может быть результатом принятых мер по профилактике и контролю за комарами, а также повышенной осведомленности населения о мерах предосторожности при посещении эпидемически опасных районов. Однако необходимо продолжать мониторинг ситуации и принимать соответствующие меры для предотвращения рецидивов и распространения малярии в будущем в связи с регистрацией завозных эпизодов малярии из других стран.

На территории Астраханской области эпизоды завозной малярии регистрировали как из стран СНГ, так

и с Африканского континента. Завозная малярия возникает, когда инфицированный человек переносит паразитов в новую область и передаёт их комарам через укусы. Доля завозных эпизодов малярии составила 26,2% ($n=11$) от общего числа за исследуемый период. Подробная информация о случаях завозной малярии представлена в табл. 2.

В марте 2002 г. в Астрахани зарегистрировали случай малярии у 15-летнего жителя Азербайджана. Этот случай являлся вторичным и связан с завозным источником заражения. Ещё два случая малярии были зарегистрированы в августе того же года (18,2%). Оба пациента городские жители. Важно отметить, что случаи произошли во время сезона эффективной заражаемости комаров и передачи малярии (весенне-летний период). Данный факт подчёркивает важность принятия мер предосторожности и защиты от комаров, особенно в периоды повышенной активности.

В 2003 г. зафиксировали ещё два случая малярии (18,2%). Один из них произошел в июне в Ахтубинском районе, а другой — в июле в Наримановском районе. Оба случая были подтверждены лабораторно и также являлись вторичными от завозного источника. Это

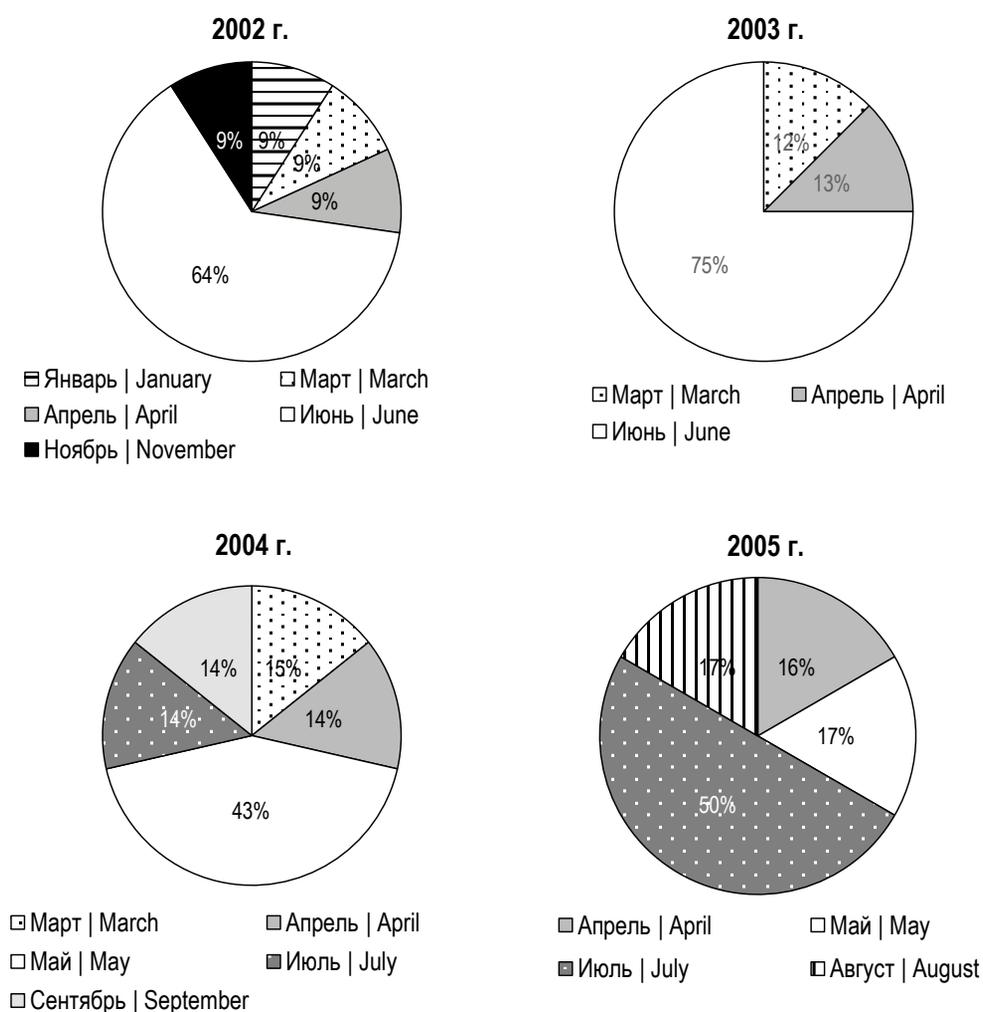


Рис. 2. Заболеваемость малярией на территории Астраханской области в 2002–2005 гг. (по месяцам).

Fig. 2. The incidence of malaria in the Astrakhan region for 2002–2005 (by month).

Таблица 2. Количество эпизодов завозной малярии в Астраханской области в 2002–2022 гг.**Table 2.** The number of episodes of imported malaria in the Astrakhan region in 2002–2022

Страна Country	Вид малярии Type of malaria	Число случаев Number of cases	Экстенсивность инвазии, % The extent of the invasion (%)
СНГ CIS			
Азербайджан Azerbaijan	Vivax-малярия Vivax-malaria	2	18,3
	Malariae-малярия Malariae-malaria	1	9,0
	Falciparum-малярия Falciparum-malaria	1	9,0
Таджикистан Tajikistan	Vivax-малярия Vivax-malaria	2	18,3
	Falciparum-малярия Falciparum-malaria	1	9,0
Африканский континент The African continent			
Кот-д'Ивуар Ivory Coast	Vivax-малярия Vivax-malaria	1	9,0
Мавритания Mauritania	Vivax-малярия Vivax-malaria	2	18,3
Республика Камерун Republic of Cameroon	Falciparum-малярия Falciparum-malaria	1	9,0
Всего Total	—	11	100,0

Таблица 3. Зарегистрированные завозные и вторичные от завозных эпизоды малярии в Астраханской области в 2002–2022 гг.**Table 3.** Registered imported and secondary imported malaria episodes in the Astrakhan region in 2002–2022

Район Region	Страна Country	Случай Case	Вид Type	Месяц заболевания Month	Год Year
Советский Soviet	Азербайджан Azerbaijan	Завозной Imported	Vivax	Март March	2002
Советский Soviet	Азербайджан Azerbaijan	Вторичный Secondary	Vivax	Март March	2002
Красноярский Krasnoyarsk	Азербайджан Azerbaijan	Вторичный Secondary	Vivax	Август August	2002
Кировский Kirovsky	Азербайджан Azerbaijan	Вторичный Secondary	Vivax	Август August	2002
Ахтубинский Akhtubinsky	Мавритания Mauritania	Завозной Imported	Vivax	Июнь June	2003
Наримановский Narimanovsky	Мавритания Mauritania	Вторичный Secondary	Vivax	Июнь June	2003
Ахтубинский Akhtubinsky	Мавритания Mauritania	Вторичный Secondary	Vivax	Июнь June	2003
Советский Soviet	Таджикистан Tajikistan	Завозной Imported	Vivax	Июнь June	2005
Советский Soviet	Таджикистан Tajikistan	Вторичный Secondary	Vivax	Июнь June	2005
Кировский Kirovsky	Таджикистан Tajikistan	Вторичный Secondary	Vivax	Июнь June	2005
Советский Soviet	Таджикистан Tajikistan	Завозной Imported	Falciparum	Апрель April	2014
Ленинский Leninsky	Таджикистан Tajikistan	Завозной Imported	Vivax	Июнь June	2014
Советский Soviet	Республика Камерун Republic of Cameroon	Завозной Imported	Falciparum	Июнь June	2016
Советский Soviet	Кот-д'Ивуар Ivory Coast	Завозной Imported	Vivax	Июнь June	2017
Ленинский Leninsky	Мавритания Mauritania	Завозной Imported	Vivax	Июль July	2018
Советский Soviet	Азербайджан Azerbaijan	Завозной Imported	Vivax	Май May	2018
Советский Soviet	Азербайджан Azerbaijan	Завозной Imported	Falciparum	Август August	2019
Лиманский Limansky	Азербайджан Azerbaijan	Завозной Imported	Malariae	Июнь June	2020

подчёркивает важность контроля и мониторинга ввозимых товаров из регионов, где малярия широко распространена. Анализ данных завозных и вторичных от завозных эпизодов малярий, а также информация о месте регистрации, стране, виде малярии и дате регистрации заболевания изложена в табл. 3.

Согласно представленным данным, в результате миграции (с учётом вторичных от завозных) в регионе фиксировалось 3 вида малярии: Vivax-малярия, Malariae-малярия и Falciparum-малярия. Однако наиболее часто регистрируется Vivax-малярия, на её долю пришлось 72,3% ($n=13$), в том числе вторичная от завозной — 53,9% ($n=7$). Реже фиксировали Falciparum-малярию — 22,3% ($n=4$), которая была представлена исключительно завозными случаями. Malariae-малярия отмечалась в единичном случае — 5,4%.

Все заболевшие малярией проживали в Астрахани в городской и сельской местностях. Изучив возможные очаги распространения малярии, удалось отметить несколько факторов, создающих благоприятные условия для активного размножения комаров.

Одним из факторов является близость водоёмов, где возможно размножение комаров *Anopheles*. Заросшие берега водоёмов создают благоприятные условия для активного размножения комаров-переносчиков, тем самым увеличивая риски возникновения вспышки малярии в регионе. Территориальное расположение, а также тип и площадь ближайших водоёмов представлены в табл. 4.

Вторым важным фактором, способствующим повышению уровня передачи малярии, является место проживания людей с подтверждённой малярией. Анализ места проживания показал, что большинство людей имеют дома, попадающие под программу «Ветхое жильё». В таких домах создаются благоприятные условия для ежегодной циркуляции комаров-переносчиков малярии.

ОБСУЖДЕНИЕ

Снижение инцидентности малярии в Астраханской области коррелирует с прекращением внутренней трансмиссии заболевания и сокращением числа случаев инфекции от лиц, прибывающих из регионов, где заболевание распространено. Указанное сокращение количества пациентов, инфицированных малярией, включая наличие малярийных паразитов у лиц, перемещающихся из стран Центральной Азии, оказало значительное влияние.

Примечательно также, что в основном специфические импортированные случаи происходят от путешественников, возвращающихся из тропических малярийных районов, несмотря на то что это в большинстве своём изолированные инциденты.

При рассмотрении динамики климатических изменений настоятельно рекомендуется принятие эффективных стратегий профилактики, с акцентом на развитии компетентной и своевременной диагностики в медицинских и профилактических учреждениях.

В Астраханской области на государственном уровне предпринимаются различные меры для предотвращения распространения малярии. Главной стратегией является поддержание высокого уровня медицинской службы и контроль над насекомыми, которые переносят вирус. В настоящее время в регионе ведётся систематическое обследование и мониторинг насекомых на наличие возбудителя малярии. Также проводятся регулярные биофизические и химические обработки территории, где обнаружены насекомые-носители, для уничтожения личинок и яиц.

Однако многие врачи ошибочно полагают, что малярия носит исключительно исторический характер. В связи с чем важным аспектом работы медицинского сообщества является внедрение обучения врачей и медицинского персонала диагностике и лечению малярии. Специалисты

Таблица 4. Ближайшие водоёмы от мест проживания лиц с выявленной малярией

Table 4. The nearest reservoirs from the places of residence of persons with detected malaria

Название Name	Расположение Location	Тип водоема Type of reservoir	Площадь, га Area (ha)
Ерик Курыночка Eric Kuryanochka	Красноярский район Krasnoyarsk region	Анофелогенный Anophelogenic	2,0
Ерик Сухой Erik Dry	Харабалинский район Kharabalinsky district	Анофелогенный Anophelogenic	2,5
Ерик Шнуровое Eric Shnurovov	Ахтубинский район Akhtuba district	Анофелогенный Anophelogenic	3,0
Водоём Садовый Garden pond	Наримановский район Narimanovsky district	Анофелогенный Anophelogenic	1,1
Ерик Сенной Eric Sennoy	Мкр. Бабаевский Md. Babaevsky	Анофелогенный Anophelogenic	2,7
Рукав Городской Urban arm	Ул. Куйбышева St. Kuibyshev	Анофелогенный Anophelogenic	73,0
Водоём № 1 Reservoir No. 1	Ул. Сахалинская St. Sakhalinskaya	Сбросовая канава The discharge ditch	0,2

должны получать необходимые навыки и знания для привлечения и обследования пациентов, а также для предоставления эффективного лечения и профилактики заболевания.

В последние десятилетия в истории человечества произошли беспрецедентные изменения в экосистеме и климате, хотя акцент на роли температуры в эпидемиологии малярии уступает место предрасполагающим условиям (изменению экосистем, политической нестабильности и политике в области здравоохранения), которые сократили средства на борьбу с переносчиками, в сочетании с наличием миграционных потоков из эндемичных стран.

Эффективная система передачи малярии требует сильного взаимодействия между людьми, экосистемой и инфицированными переносчиками. Глобальное потепление, вызванное деятельностью человека, повысило риск трансмиссивных заболеваний, в том числе малярии.

Влияние климатических особенностей региона отражено в работе Т.В. Стуловой и соавт. [17], которые определяют корреляцию между отсутствием привычных осени и весны со снижением числа случаев завозной и местной, природно-очаговой, малярии. Также отмечается связь самоликвидации водоёмов в связи с засушливым климатом с самоликвидацией природных очагов комаров-переносчиков.

Согласно данным Роспотребнадзора по Астраханской области, в самые жаркие летние месяцы (июль–август) практически отсутствует переносчик малярии — комар. Это связано с тем, что окружающая среда становится настолько нагретой, что не позволяет развиваться малярийному плазмодию в комаре, а следовательно, и самому комару. Высокая температура не только препятствует развитию паразита, но и приводит к его гибели. Это оказывает положительное влияние на ситуацию с малярией в регионе.

Ведущую роль температуры в распространении малярии также отмечают В.А. Миронова и соавт. [18], которые подчёркивают, что изменение температурного режима является одним из пусковых механизмов для развития вспышек малярии. Авторы отмечают резкое увеличение эпизодов малярии с середины 1990-х г., когда в Московской области отмечалось повышение средней температуры до 18 °С.

По прогнозным данным С.М. Малхазовой и соавт. [19], ближе к концу века общая эффективная температура будет увеличиваться на фоне более высоких среднесуточных температур, создавая благоприятные условия для развития многих паразитарных заболеваний, в том числе малярии. Прогнозирование изменений климатических условий позволит своевременно принять меры предосторожности для предотвращения вспышек заболеваний.

Однако следует отметить, что изменение климата может иметь и негативные последствия. Например, ранний приход весны и лета может привести к увеличению численности паразитов, которые будут служить переносчиками других заболеваний. Поэтому важно проводить

систематические мониторинговые работы и принимать соответствующие меры по предотвращению распространения инфекций.

В целом, изменение климата в Астраханской области оказывает заметное влияние на переносчиков малярии. В настоящее время благодаря высоким температурам комары, являющиеся переносчиками малярии, не могут развиваться и погибают. Однако необходимо продолжать изучение этих изменений и их возможных последствий для обеспечения безопасности и благополучия региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Максимальное число зарегистрированных случаев завозной малярии было отмечено в 2002 г. — 11. Однако в последние годы это число уменьшилось до нескольких случаев в год. Доля завозных эпизодов малярии составила 26,2% ($n=11$) от общего числа за исследуемый период. Это свидетельствует о том, что малярия в Астраханской области стала менее распространённой болезнью.

Несмотря на снижение числа случаев малярии, необходимо продолжать мониторинг и контроль за наличием комаров-переносчиков с учётом климатических особенностей региона. Также должны продолжаться регулярные обработки территорий, где обнаружены насекомые-носители, для уничтожения личинок и яиц.

Кроме того, многие врачи ошибочно полагают, что малярия носит исключительно исторический характер. В связи с чем важным аспектом работы медицинского сообщества является внедрение обучения врачей и медицинского персонала диагностике и лечению малярии. Специалисты должны получать необходимые навыки и актуальные знания для привлечения и обследования пациентов, а также для предоставления эффективного лечения и профилактики заболевания.

Климатические изменения могут привести к возвращению благоприятных условий для размножения комаров и возобновлению распространения малярии, поэтому важно уделять должное внимание этой проблеме и своевременно принимать меры по предотвращению возможных вспышек болезни.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов: Р.С. Аракельян — сбор информации, статистическая обработка, редактирование, администратор проекта, написание разделов «Материал и методы», «Результаты», «Заключение»; А.Е. Маслянинова — статистическая обработка, построение графиков, написание раздела «Результаты», составление списка литературы; В.А. Еранцева, Г.Р. Зейналова, Ю.М. Худари — написание раздела «Обоснование».

Источник финансирования. Не указан.

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

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution: R.S. Arakelyan — data collection, statistical analysis, editing, project administrator, writing the "Material and methods", "Results", "Conclusions" sections; A.E. Masyaninova — statistical

analysis, preparation of figures, writing the "Results" section, compiling a list of references; V.A. Yerantseva, G.R. Zeynalova, Y.M. Khudari — writing the "Introduction" section.

Funding source. Not specified.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- World Malaria Report 2021 [Internet]. World Health Organization; 2021 Available from: <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2021>
- Robert V., Macintyre K., Keating J., et al. Malaria transmission in urban sub-Saharan Africa // *Am J Trop Med Hyg.* 2003. Vol. 68, N 2. P. 169–176.
- Sachs J., Malaney P. The economic and social burden of malaria // *Nature.* 2002. Vol. 415, N 6872. P. 680–685. doi: 10.1038/415680a
- Worrall E., Rietveld A., Delacollette C. The burden of malaria epidemics and cost-effectiveness of interventions in epidemic situations in Africa // *Am J Trop Med Hyg.* 2004. Vol. 71, 2 Suppl. P. 136–140.
- Алексеев А.Н. Возможные последствия вероятного глобального потепления климата для распространения кровососущих эктопаразитов и передаваемых ими патогенов // *Медицинская паразитология и паразитарные болезни.* 1998. № 4. С. 3–8.
- Аракельян Р.С., Галимзянов Х.М., Аракельян А.С., Шендо Г.Л. Ретроспективный анализ эпидемиологических очагов при малярии в Астраханской области. В кн.: *Профилактическая медицина как научно-практическая основа сохранения и укрепления здоровья населения Сборник научных трудов / под общей ред. М.А. Поздняковой.* Нижний Новгород, 2014. С. 100–103. EDN: TOKJXT
- Аракельян Р.С., Сало А.А., Ибрагимов С.А. Случаи завозной малярии в Астрахани // *Новая наука: опыт, традиции, инновации.* 2016;(5-3):63–66. EDN: VXNBRT
- Иванова Т.Н. Малярия в условиях мегаполиса: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2006. 25 с. EDN: FNHMNP
- Kundzevich Z.V. Extreme hydrological phenomena: heavy precipitation, floods and droughts. In: *World Conference on Climate Change. Proceedings of the conference.* Moscow; 2004. P. 240–247.
- Ревич Б.А., Малеев В.В. Потепление климата — возможные последствия для здоровья населения. В кн.: *Климатические изменения: взгляд из России.* М.: ТЕИС, 2003. С. 99–137. EDN: QKDXUR
- Yamana T.K., Eltahir E.A. Incorporating the effects of humidity in a mechanistic model of *Anopheles gambiae* mosquito population dynamics in the Sahel region of Africa // *Parasit Vectors.* 2013. Vol. 6. P. 35. doi: 10.1186/1756-3305-6-235
- Ранькова Э.Я. Климатическая изменчивость и изменения климата за период инструментальных наблюдений: автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. М., 2005. 67 с. EDN: NIWLH
- Smith D.L., McKenzie F.E. Statics and dynamics of malaria infection in *Anopheles* mosquitoes // *Malar J.* 2004. Vol. 3. P. 13. doi: 10.1186/1475-2875-3-13
- Killeen G.F., McKenzie F.E., Foy B.D., et al. A simplified model for predicting malaria entomologic inoculation rates based on entomologic and parasitologic parameters relevant to control // *Am J Trop Med Hyg.* 2000. Vol. 62, N 5. P. 535–544. doi: 10.4269/ajtmh.2000.62.535
- President's Malaria Initiative U.S. Rwanda: 2017 Entomological Monitoring, July 2016–June 2017. Final Report. Kigali, Rwanda: VectorLink Project, Abt Associates Inc.; 2017.
- Vector resistance to pesticides. Fifteenth Report of the WHO Expert Committee on Vector Biology and Control // *World Health Organ Tech Rep Ser.* 1992. Vol. 818. P. 1–62.
- Стулова Т.В., Бородкова А.А., Узбякова Р.Р. Климат — как причина распространения малярии в Астраханской области // *Новая наука: от идеи к результату.* 2016. № 6–2. С. 26–30. EDN: WGQFPF
- Миронова В.А., Шартова Н.В., Варенцов М.И., Грищенко М.Ю. Пространственно-временные тренды изменений климатических условий для развития возбудителя трехдневной малярии в Московском регионе // *Паразитология.* 2019. Т. 53, № 2. С. 105–119. EDN: ZGZPXN doi: 10.1134/S0031184719020029
- Малхазова С.М., Шартова Н.В. Малярия на Европейской территории России в 21-м веке: опыты прогнозирования // *Теоретическая и прикладная экология.* 2012. № 3. С. 19–23. EDN: PYFYDD

REFERENCES

- World Malaria Report 2021 [Internet]. World Health Organization; 2021 Available from: <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2021>
- Robert V., Macintyre K., Keating J., et al. Malaria transmission in urban sub-Saharan Africa. *Am J Trop Med Hyg.* 2003;68(2): 169–176.
- Sachs J., Malaney P. The economic and social burden of malaria. *Nature.* 2002;415(6872):680–685. doi: 10.1038/415680a
- Worrall E., Rietveld A., Delacollette C. The burden of malaria epidemics and cost-effectiveness of interventions in epidemic situations in Africa. *Am J Trop Med Hyg.* 2004;71(2 Suppl):136–140.
- Alekseev AN. Possible consequences of the probable global warming of the climate for the spread of blood-sucking ectoparasites and pathogens transmitted by them. *Medical parasitology and parasitic diseases.* 1998;(4):3–8. (In Russ.)
- Arakelyan RS, Galimzyanov HM, Arakelyan AS, Shendo GL. Retrospective analysis of epidemiological foci in malaria in the Astrakhan region. In: *Preventive medicine as a scientific and practical basis for preserving and strengthening the health of the population. Collection of scientific papers.* Ed. by MA Pozdnyakova. Nizhny Novgorod; 2014. P. 100–103 (In Russ.) EDN: TOKJXT

7. Arakelyan RS, Salo AA, Ibragimova SA. Cases of imported malaria in Astrakhan. *New Science: Experience, Traditions, Innovations*. 2016;(5–3):63–66 (In Russ.) EDN: VXNBRT
8. Ivanova TN. *Malaria in a megalopolis* [dissertation abstract]. Moscow; 2006. 25 p. (In Russ.) EDN: FNHMNP
9. Kundzevich ZV. Extreme hydrological phenomena: heavy precipitation, floods and droughts. In: *World Conference on Climate Change. Proceedings of the conference*. Moscow; 2004. P. 240–247.
10. Revich BA, Maleev VV. Climate warming — possible consequences for public health. In: *Climate Change: A View from Russia*. Moscow: THEIS; 2003. P. 99–137. (In Russ.) EDN: QKDXUR
11. Yamana TK, Eltahir EA. Incorporating the effects of humidity in a mechanistic model of *Anopheles gambiae* mosquito population dynamics in the Sahel region of Africa. *Parasit Vectors*. 2013;6:235. doi: 10.1186/1756-3305-6-235
12. Rankova EYa. *Climatic variability and climate changes during the period of instrumental observations* [dissertation abstract]. Moscow; 2005. 67 p. (In Russ.) EDN: NIWLH
13. Smith DL, McKenzie FE. Statics and dynamics of malaria infection in *Anopheles* mosquitoes. *Malar J*. 2004;3:13. doi: 10.1186/1475-2875-3-13
14. Killeen GF, McKenzie FE, Foy BD, et al. A simplified model for predicting malaria entomologic inoculation rates based on entomologic and parasitologic parameters relevant to control. *Am J Trop Med Hyg*. 2000;62(5):535–544. doi: 10.4269/ajtmh.2000.62.535
15. President's Malaria Initiative U.S. Rwanda: 2017 Entomological Monitoring, July 2016–June 2017. Final Report. Kigali, Rwanda: VectorLink Project, Abt Associates Inc.; 2017.
16. Vector resistance to pesticides. Fifteenth Report of the WHO Expert Committee on Vector Biology and Control. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 1992;818:1–62.
17. Stulova TV, Borodkova AA, Uzbyakova RR. Climate — as a cause of the spread of malaria in the Astrakhan region. *New Science: From Idea to Result*. 2016;(6–2):26–30. (In Russ.) EDN: WGQFPF
18. Mironova VA, Shartova NV, Varentsov MI, Grishchenko MYu. Spatio-temporal trends in changes of climatic conditions contributing the development of vivax malaria parasite (*Plasmodium vivax*) in Moscow region. *Parazitologiya*. 2019;53(2):105–119. EDN: ZGZPXN doi: 10.1134/S0031184719020029
19. Malkhazova SM, Shartova NV. Malaria on the European territory of Russia in the 21st century: forecasting experiments. *Theoretical and Applied Ecology*. 2012;(3):19–23. (In Russ.) EDN: PYFYDD

ОБ АВТОРАХ

***Аракельян Рудольф Сергеевич**, канд. мед. наук, доцент;
адрес: Россия, 414000, Астрахань, ул. Бакинская, 121;
ORCID: 0000-0001-7549-2925;
eLibrary SPIN: 9245-8543;
e-mail: rudolf_astrakhan@rambler.ru

Маслянинова Анна Евгеньевна, врач-педиатр;
ORCID: 0000-0003-0908-950X;
eLibrary SPIN: 1981-3406;
e-mail: anna30med@yandex.ru

Еранцева Валерия Алексеевна, студентка 5-го курса;
ORCID: 0000-0001-5065-7260;
e-mail: vyerantseva@bk.ru

Зейналова Гевхер Руслановна, студентка 6-го курса;
ORCID: 0000-0002-6660-8073;
eLibrary SPIN: 4453-0368;
e-mail: gevherzeinalova16@mail.ru

Худари Юлия Мохамед Салех, студентка 5-го курса;
ORCID: 0009-0003-7445-7441;
eLibrary SPIN: 2661-6493;
e-mail: yullia.kh.sr@gmail.com

AUTHORS' INFO

***Rudolf S. Arakelyan**, MD, Cand. Sci. (Medicine),
Associate Professor;
address: 121 Baku str., Astrakhan, 414000, Russia;
ORCID: 0000-0001-7549-2925;
eLibrary SPIN: 9245-8543;
e-mail: rudolf_astrakhan@rambler.ru

Anna E. Maslyaninova, pediatrician;
ORCID: 0000-0003-0908-950X;
eLibrary SPIN: 1981-3406;
e-mail: anna30med@yandex.ru

Valeria A. Yerantseva, 5th year student;
ORCID: 0000-0001-5065-7260;
e-mail: vyerantseva@bk.ru

Gevher R. Zeynalova, 6th year student;
ORCID: 0000-0002-6660-8073;
eLibrary SPIN: 4453-0368;
e-mail: gevherzeinalova16@mail.ru

Yulia M. Khudari, 5th year student;
ORCID: 0009-0003-7445-7441;
eLibrary SPIN: 2661-6493;
e-mail: yullia.kh.sr@gmail.com

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author