

ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ / INFECTIOUS DISEASES

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.86>

PLASMODIUM KNOWLESI – ПЯТАЯ МАЛЯРИЯ ЧЕЛОВЕКА

Научная статья

Астахова Е.А.<sup>1</sup>, Карабалиева А.К.<sup>2</sup>, Екшембиева Н.С.<sup>3</sup>, Мельникова М.Н.<sup>4</sup>, Ли Е.<sup>5</sup>, Русланова Э.Р.<sup>6</sup>,  
Урусбамбетова А.А.<sup>7</sup>, Искалиев Б.<sup>8</sup>, Карпенко С.Ф.<sup>9</sup>, Аракельян Р.С.<sup>10,\*</sup>, Аракельян А.С.<sup>11</sup>, Осипенко И.А.<sup>12</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-4963-9529;

<sup>2</sup> ORCID : 0009-0004-9242-5299;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0002-5166-0338;

<sup>4</sup> ORCID : 0009-0008-0164-8016;

<sup>5</sup> ORCID : 0009-0004-4533-4255;

<sup>6</sup> ORCID : 0009-0006-7843-0029;

<sup>7</sup> ORCID : 0009-0007-1445-6235;

<sup>8</sup> ORCID : 0000-0003-2868-6350;

<sup>9</sup> ORCID : 0000-0001-7770-272X;

<sup>10</sup> ORCID : 0000-0001-7549-2925;

<sup>11</sup> ORCID : 0009-0003-6351-7525;

<sup>12</sup> ORCID : 0009-0005-4780-7666;

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10</sup> Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Российская Федерация

<sup>10</sup> Центр гигиены и эпидемиологии в Астраханской области, Астрахань, Российская Федерация

<sup>11, 12</sup> Александрo-Мариинская областная клиническая больница, Астрахань, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (parasitology.arakelyan[at]yandex.ru)

**Аннотация**

В статье представлен литературный обзор нового вида малярийного плазмодия, способного вызвать естественное заражение у человека, которое получило распространение в Юго-Восточной Азии. *P. knowlesi* – малярийный паразит, основными естественными хозяевами которых являются длиннохвостые (*M. fascicularis*) и свинохвостые макаки (*M. nemestrina*). Переносчиками являются комары рода *Anopheles leucosphyrus*. Человек является случайным хозяином в жизненном цикле данного паразита. Широкою распространенность получила после вспышки в районе Капит, штата Саравак, Малайзиского Борнео в 2004 г., после чего распространилась почти во всех государствах региона. В этом обзорном документе мы обсудим недавние исследования *P. knowlesi*. В статье описана эпидемиология, клинические аспекты, диагностика, терапия и профилактика этого инфекционного заболевания.

**Ключевые слова:** *P. knowlesi*, малярия, переносчики, клиника, диагностика, лечение.

PLASMODIUM KNOWLESI – FIFTH HUMAN MALARIA

Research article

Astakhova Y.A.<sup>1</sup>, Karabalieva A.K.<sup>2</sup>, Yekshembieva N.S.<sup>3</sup>, Melnikova M.N.<sup>4</sup>, Li Y.<sup>5</sup>, Ruslanova E.R.<sup>6</sup>, Urusbambetova A.A.<sup>7</sup>, Iskaliev B.<sup>8</sup>, Karpenko S.F.<sup>9</sup>, Arakelyan R.S.<sup>10,\*</sup>, Arakelyan A.S.<sup>11</sup>, Osipenko I.A.<sup>12</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0003-4963-9529;

<sup>2</sup> ORCID : 0009-0004-9242-5299;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0002-5166-0338;

<sup>4</sup> ORCID : 0009-0008-0164-8016;

<sup>5</sup> ORCID : 0009-0004-4533-4255;

<sup>6</sup> ORCID : 0009-0006-7843-0029;

<sup>7</sup> ORCID : 0009-0007-1445-6235;

<sup>8</sup> ORCID : 0000-0003-2868-6350;

<sup>9</sup> ORCID : 0000-0001-7770-272X;

<sup>10</sup> ORCID : 0000-0001-7549-2925;

<sup>11</sup> ORCID : 0009-0003-6351-7525;

<sup>12</sup> ORCID : 0009-0005-4780-7666;

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10</sup> Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

<sup>10</sup> Center of Hygiene and Epidemiology in the Astrakhan region, Astrakhan, Russian Federation

<sup>11, 12</sup> Alexander-Mariinsky Regional Clinical Hospital, Astrakhan, Russian Federation

\* Corresponding author (parasitology.arakelyan[at]yandex.ru)

**Abstract**

The article presents a literature review of a new species of malarial plasmodium capable of causing natural infection in humans, which has become widespread in Southeast Asia. *P. knowlesi* is a malaria parasite with long-tailed (*M. fascicularis*) and pig-tailed macaques (*M. nemestrina*) as the main natural hosts. The carriers are mosquitoes of the genus *Anopheles leucosphyrus*. Humans are incidental hosts in the life cycle of this parasite. It became widespread after an outbreak in Kapit district, Sarawak State, Malaysian Borneo in 2004, after which it spread to almost all states in the region. In this review paper,

we discuss recent studies on *P. knowlesi*. The article describes the epidemiology, clinical aspects, diagnosis, therapy and prevention of this infectious disease.

**Keywords:** *P. knowlesi*, malaria, carriers, clinic, diagnosis, treatment.

### Введение

Малярия – одно из старейших инфекционных заболеваний, вызываемых простейшими паразитами, принадлежащих к роду *Plasmodium*. Передается паразит к человеку через инфицированных комаров. Несмотря на значительное снижение заболеваемости по сравнению с прошлыми столетиями, заболеваемость малярией остается высокой. По оценкам Всемирной организации здравоохранения в 2022 г. в мире было зарегистрировано 249 миллионов случаев заболевания малярией, что на 16 миллионов превышает допандемический уровень, отмеченный в 2019 г. (233 миллиона случаев). В дополнение к сбоям, вызванным COVID-19, глобальные меры по борьбе с малярией сталкиваются с растущим числом угроз, таких как резистентность к лекарствам и инсектицидам, гуманитарные кризисы, нехватка ресурсов, последствия изменения климата и задержки в осуществлении программ, особенно в эпидемических по малярии странах. В докладе ВОЗ за май 2023 г. была рассмотрена взаимосвязь между изменением климата и распространением малярии. В связи с глобальным потеплением происходит изменение влажности и количества осадков на новых территориях, что может влиять на распространение комаров рода *Anopheles*. Доказательством могут служить события катастрофического наводнения в Пакистане в 2022 г., которое привело к пятикратному увеличению числа случаев заболевания малярией в стране, по сравнению с прошлыми годами [1]. Помимо экологических предпосылок распространения малярии, увеличивается их видовой состав. Так, за последние несколько десятилетий получил распространение новый вид малярийного паразита человека. К известным нам и хорошо изученным *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* и *P. ovale* присоединяется пятый вид – *P. knowlesi* [2], [3], [4], [5].

### История открытия и ранние исследования

Впервые *P. knowlesi* была замечена Нейпиром и Кэмбеллом в мазке крови длиннохвостых макаках (*M. fascicularis*), импортированных из Сингапура, в Калькуттской школе топоческой медицины (Индия) в 1931 г. [6]. Они ввели заражённую *P. knowlesi* кровь двум длиннохвостым макакам, и макаке-резус и сообщили, что у макаки-резуса развилась молниеносная инфекция (до 3,25 млн. паразитов на см<sup>3</sup>), а у длиннохвостых макак — лёгкая форма без заметных симптомов. Свои результаты и зараженных макак ученые передали Роберту Ноулзу и Дас Гупте, зная, что исследование нового вида малярии человека было их главным направлением. В дальнейшем подробное исследование *P. knowlesi* было описано авторами Робертом Ноулзом и Дас Гуптой. Ноулз и Дас Гупта после серии экспериментов, подтвердили, что передача зараженной крови *P. knowlesi* естественным хозяевам *M. fascicularis* приводит к легкому течению заболевания. Напротив, введение зараженной крови макакам-резусам, которые не являются естественными хозяевами *P. knowlesi*, привело к чрезвычайно высокой паразитемии и тяжелому течению со смертельным исходом. В дальнейшем Ноулз и Дас Гупта провели успешные исследования на трех добровольцах людей. Ученые перелили кровь зараженной макаки двум добровольцам и зараженную кровь человека *P. knowlesi* третьему добровольцу. Результаты показали, что новой малярией человека заразились все добровольцы. Также в своем наблюдении ученые отметили, что клиническое течение малярии, обусловленной *P. knowlesi* было легким с ежедневными лихорадочными приступами. В микроскопическом исследовании ученые также отметили морфологическое сходство *P. knowlesi* с *P. malariae* [5], [7]. Синтоном и Маггиланом был изучен лихорадочный процесс малярии, вызванной *P. knowlesi*. Учеными, в серии экспериментов, был подтвержден 24-часовой эритроцитарный цикл, тогда как у *P. falciparum*, *P. vivax* и *P. ovale* он составляет примерно 48 часов, а у *P. malariae* — 72 часа [2]. Синтон и Маггилан назвали нового паразита в честь Роберта Ноулза [7]. Данное открытие привело к использованию нового паразита как жаропонижающего средства при лечении третичного сифилиса до открытия антибиотиков вместо *P. vivax*, у которого эритроцитарный цикл составлял примерно 48 часов. Но в 1950-х от данной терапии отказались, так как возбудитель стал более патогенным после 170 серийных пассажей у пациентов с нейросифилисом [8], [9].

Первое естественное заражение человека *P. knowlesi* произошло в 1965 г. у путешественника из США, находившегося в штате Паханг в Малайзии [10]. Вернувшись в США, лечащий врач пациента заметил в мазке паразитов похожих на *P. falciparum*. Перед лечением у него взяли образец крови и отправили образец в Атланту. Исследование крови показало наличие в мазке плазмодиев похожих на *P. malariae*, где как раз проводились испытания химиотерапии против *P. malariae* на добровольцах. При переливании крови пациента первому добровольцу и шести другим добровольцам наблюдалась ежедневная лихорадка, хотя при *P. malariae* лихорадка в среднем отмечается через 72 часа. Последующее переливание инфицированной человеческой крови трем макакам-резусам привело к смертельным инфекциям, тем самым подтвердив, что исследователь был естественным путем заражен *P. knowlesi* [10]. Далее случился еще один случай, предположительно *P. knowlesi*, которым заразился исследователь во время поездки на полуостров Малайзия [11].

После двух естественных случаев заражения *P. knowlesi* интерес медицинской общественности к данному паразиту снизился до обнаружения крупного очага малярии у людей, вызванной *P. knowlesi* в районе Капит (Kapit) Малазийского Борнео (Malaysian Borneo) в 2004 г. ПЦР анализы показали, что на долю *P. knowlesi* приходилось 58% из всех госпитализированных случаев в данном районе. Стоит отметить, что первая ПЦР-диагностика показало наличие плазмодиев в крови больных, но при этом не было идентифицировано ни одного из 4-х известных видов на тот момент. Секвенирование 2-х ядерных генов ДНК и рРНК цепи показало, что у 8 пациентов с «*P. malariae*» были на самом деле инфицированы *P. knowlesi* [12]. В связи с этим были созданы ПЦР-праймеры, которые являются чувствительными для *P. knowlesi*, и было организовано ретроспективное исследование, в ходе которого были исследованы 208 образцов крови у пациентов с малярией, обратившихся в больницу Капит. ПЦР-анализы показали, что на долю малярии, вызванной *P. knowlesi*, приходилось 112 из 208 случаев госпитализации с малярией в больнице Капит [13].

## Эпидемиология

Возникшие события в районе Капит Малайзийского Борнео привели к распространению *P. knowlesi* почти во все страны Юго-Восточной Азии. Новая малярийная инфекция, помимо Малайзии, регистрируется в Таиланде, на Филиппинах, Мьянме, Сингапуре, Вьетнаме, Индонезии, Брунее и Камбодже (рис. 1) [14].

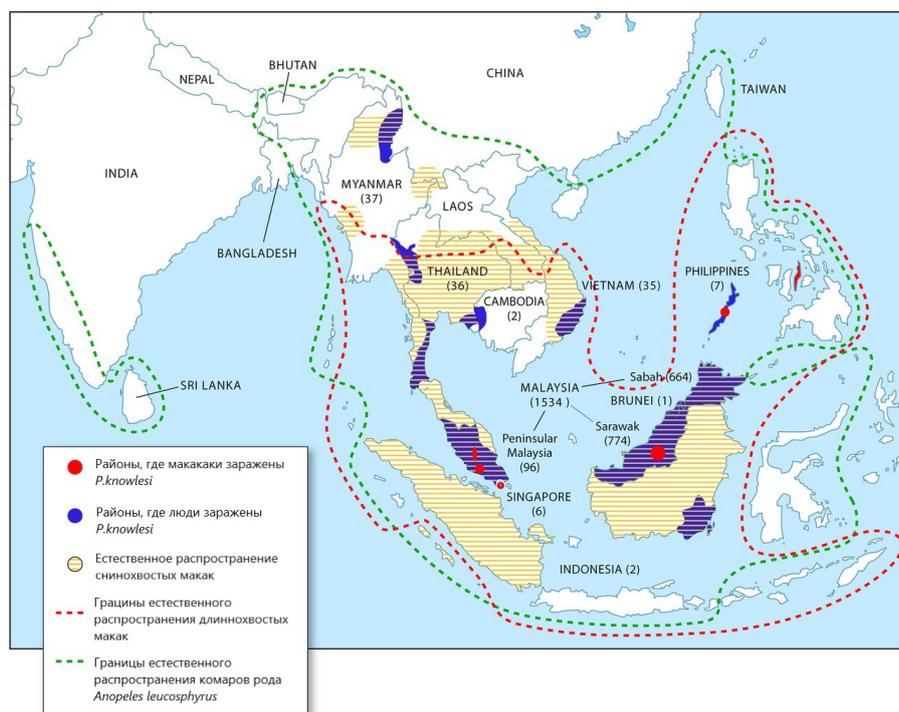


Рисунок 1 - Зарегистрированные случаи малярии *P. knowlesi* у людей и макак, а также границы естественного распространения комаров-переносчиков и естественных хозяев макак  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.86.1>

Примечание: адаптировано из ист. [14]

На рисунке 1 мы можем видеть распространение зарегистрированных случаев *P. knowlesi* у макак и человека. Цифры в скобках обозначают количество случаев *P. knowlesi*, зарегистрированных в каждой стране Юго-Восточной Азии или регионе Малайзии [14]. Так как переносчиками малярии, вызываемой *P. knowlesi*, служат комары из рода *Anopheles leucosphyrus*, чье распространение совпадает с естественными хозяевами *M. fascicularis*, свинохвостыми макаками (*M. nemestrina*) и полосатолистных обезьян (*Presbytis melalophos*), населяющие лесные массивы и их окрестности. Следовательно, наибольший риск заболеть малярией испытывают жители этих регионов и те, кто посещает эти лесные районы по работе (исследовательские экспедиции, строительные работы) и отдыху. Также было доказано, что переносчиками *P. knowlesi* являются *Anopheles balabacensis*, *Anopheles latens*, *Anopheles cracens*, *Anopheles dirus* [14], [15]. Стоит отметить, что известные 4 вида плазмодиев (*P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* и *P. ovale*) не были обнаружены в комарах переносчиках *P. knowlesi*.

Распространение *P. knowlesi* в популяции человека, скорее всего, продолжается длительное время. Основной проблемой диагностики *P. knowlesi* в прошлом столетии считается ограничение молекулярных методов, специфичных к антигенному составу *P. knowlesi*. Считается, что за 2000-2011 гг. в Сараваке (Малайзия) с помощью специфических молекулярных методов диагностики, было выявлено 881 случай *P. knowlesi* и 6 случаев *P. malariae* среди сельского населения [16]. Проведенное исследование в Сараваке может говорить о длительном распространении *P. knowlesi* в популяции людей в прошлые столетия, которые были приняты за *P. malariae*.

Помимо трех установленных хозяев обнаруживаются новые виды макак, у которых методом ПЦР были обнаружены *P. knowlesi*. В качестве потенциальных хозяев были предложены северная косичкохвостая макака (*M. leonina*) в штате Шан Мьянмы, короткохвостая макака (*M. arctoides*) в провинции Прачуап-Кири-Хан (Таиланд), макаки из Себу и острова Палаван (Филиппины) [17], [18], [19]. В районе Капит, входившем в состав Борнео, было выявлено, что 87% из 83 *M. fascicularis* и 50% из 26 *M. nemestrina* являются носителями *P. knowlesi*. Такой высокий процент инфицированных макак свидетельствует о значительной интенсивности распространения малярии среди диких популяций этих приматов в данной местности Малайзийского Борнео [20].

Также по миру начали регистрироваться завозные случаи малярии, обусловленный *P. knowlesi*. Изучив 13 случаев завозной малярии (таб.1) 8 человек прибыли в свои страны из Малайзии, 2 человека из Таиланда, по 1 случаи из Филиппин и Индонезии и 1 пациент находился во время путешествия в 4 странах: Индонезия, Малайзия, Таиланд, Вьетнам [21], [22], [23], [24].

Таблица 1 - Завозные случаи малярии, вызванной *P. knowlesi*DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.86.2>

Страна, куда произошел завоз	Страна, откуда происходил завоз	Год, в котором был зарегистрирован случай
США	Малайзия	1965
Швеция	Борнео, Малайзия	2006
Финляндия	Малайзия	2007
Испания	Индонезия, Малайзия, Таиланд, Вьетнам	2009
Франция	Таиланд	2010
Новая Зеландия	Борнео, Малайзия	2010
Япония	Малайзия	2012
Шотландия	Борнео, Малайзия	2012
Китай	Малайзия	2014
Италия	Филиппины	2016
Шри-Ланка	Малайзия	2016
Германия	Таиланд	2017
Польша	Индонезия	2018

### Молекулярная эпидемиология

Важно подчеркнуть длительность циркуляции *P. knowlesi* на современном этапе. С развитием чувствительных диагностических методов и исследований в Малайзии удалось установить, что многие изолированные образцы *P. knowlesi* от диких макаков и людей, обладают идентичными последовательностями гена циркумспороzoитного белка (csp) и митохондриальной ДНК (мтДНК) [25]. Это свидетельствует о том, что гаплотипы и линии мтДНК не ограничены каким-либо определённым позвоночным хозяином, что говорит о возможности заражения как макаков, так и человека. Совокупные молекулярные данные в сочетании с эпидемиологическими и энтомологическими исследованиями подтверждают точку зрения, согласно которой малярия, вызываемая *P. knowlesi*, имеет преимущественно зоонозный характер, а дикие макаки играют роль промежуточных хозяев. Анализ последовательностей мтДНК *P. knowlesi* позволил изучить историческое становление вида. Период существования *P. knowlesi* по молекулярным оценкам составляет от 98 000 до 478 000 лет назад [26]. Аналогичные исследования мтДНК у *M. fasciolaris* и *M. nemestrina* пока не проводились, что не позволяет установить, происходило ли расширение ареала *P. knowlesi* с человека, макаками или переносчиками-комарами. Молекулярные данные убедительно подтверждают древнее происхождение *P. knowlesi* и показывают, что его проникновение в человеческие популяции не является недавним. Остаётся неизвестным, когда именно люди впервые подверглись заражению *P. knowlesi*. Так, в Сараваке Малазийского Борнео первое исследование малярии с использованием микроскопии было проведено в 1952 г. Из 421 случая малярии – 142 (33,7%) по результатам микроскопии были вызваны *P. malariae* [27]. Однако анализ методом ПЦР ДНК плазмодиев, выделенной из архивных слайдов с диагнозом «*P. malariae*» в 1996 г. из Саравака, показал, что это была малярия, вызванная *P. knowlesi*. Недавние исследования в районе также подтверждают, что паразиты, определённые микроскопически как *P. malariae*, на самом деле представляли собой *P. knowlesi*. Можно предположить, что архивные слайды 1952 г., которые недоступны для ПЦР-диагностики, на самом деле вызваны *P. knowlesi*.

### Клиническая картина

Клиническое течение малярии, вызванная *P. knowlesi* может варьировать от бессимптомного течения до тяжелых случаев. Инкубационный период в среднем составляет 3-14 дней, некоторые авторы отмечали более длинный инкубационный период [28]. Проспективное исследование 130 и 437 пациентов с подтвержденным диагнозом малярия, вызванный *P. knowlesi* показал, что в 82,5% встречается легкое и среднетяжелое течение без осложнений и в 17,5% – тяжелое течение. Лихорадка отмечалась в 100% и в среднем длилась ежедневно 4-5 дней, средняя температура на момент обследования – 37,5 °С. Головная боль отмечалась у 90% больных, рвота – 27%, кашель – 41,5%, одышка – 16,5%, боль в животе – 27%, диарея – 13%, миалгии – 54%, артралгии – 62%. На момент осмотра гепатомегалия выявлялась в 32% случаях, а спленомегалия – 20% [29], [30]. На данный момент не существует специфических признаков или клинических проявлений инфекций *P. knowlesi*, которые помогли бы отличить их от других видов малярии [31].

### Методы диагностики

1. Микроскопия. Микроскопия позволяет выявить малярийных плазмодиев в крови. При диагностике *P. knowlesi* в мазке периферической крови возникают трудности в его идентификации. Дело в том, что ранние стадии развития (ранние трофозоиты) *P. knowlesi* демонстрируют аналогичные морфологические особенности с *P. falciparum*, включая наличие двойных точек хроматина и отсутствие значительного увеличения числа зараженных эритроцитов, что

усложняет их микроскопическое отличие. Ленточные трофозоиты и другие стадии развития (шизонты и гаметоциты) *P. knowlesi* в крови проявляют сходство с аналогичными стадиями у *P. malariae* (рис. 2) [32].

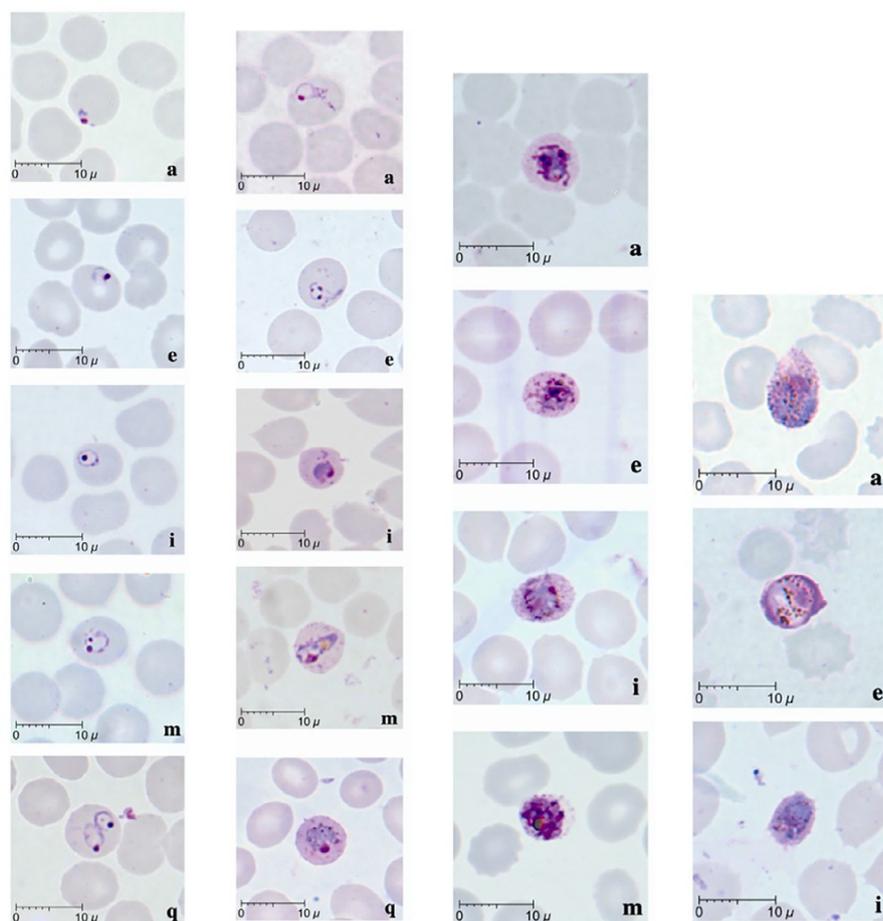


Рисунок 2 - Морфология жизненных стадий *P. knowlesi*:

1 - ранние трофозоиты; 2 - поздние трофозоиты (в том числе лентовидные формы); 3 - шизонты; 4 - гаметоциты (а) макрогаметоцит, (е) микрогаметоцит, (i) молодой гаметоцит

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.86.3>

Примечание: адаптировано из ист. [28]

2. Молекулярные методы диагностики. ПЦР-диагностика показала высокую чувствительность на определение конкретного вида плазмодия. Были созданы праймеры Pmk8 и Pmk9, которые использовались во вложенной (гнездовой) полимеразной цепной реакции. Однако такая ПЦР все равно давала ложноположительные реакции, из-за перекрестной реакции между *P. vivax* и *P. knowlesi*, так как праймер Pmk9 имел идентичную последовательность при наличии гена *ssrRNA-S* [33].

Данную проблему решили с созданием новых праймеров: PkF1060-PkR1550 и PkF1040-PkR1550. Эти праймеры были чувствительны для фрагмента *ssrRNA-A* гена рНК *P. knowlesi*, экспрессируемого на бесполом стадиях [34]. Это позволило проводить идентификацию *P. knowlesi* без каких-либо пересечений с другими видами.

Также в диагностике используется ПЦР в реальном времени, которые высокочувствительные и специфичные к генам SSU рНК *P. knowlesi*. Данный метод позволяет быстро выявить возбудителя [35].

Метод петлевой изотермической амплификации (LAMP) обладает высокой чувствительностью. Данный метод позволяет эффективно амплифицировать ДНК, поскольку предел обнаружения ДНК в реакционной смеси составляет всего шесть копий в течение часа при температуре 65°C. Подтверждает данный факт исследование Лау и др., где технология LAMP смогла обнаружить паразитов малярии во всех подтвержденных экземплярах инфекции *P. knowlesi* (всего 13 случаев, что соответствует 100% чувствительности), а также не выявила их в образцах без инфекции (100% специфичности) всего за один час. LAMP показал более высокую способность к обнаружению по сравнению с методом встроенной ПЦР, успешно выявляя даже образцы с крайне низким уровнем паразитемии (0,01%) [36].

#### Лечение

Согласно клиническим рекомендациям Министерства Здравоохранения Малайзии препаратами выбора являются артемизинин-люмефантрин (Coartem) и артезунат-мефлохин для лечения неосложненной малярии, вызванной *P. knowlesi*. Применение артемизинин-люмефантрин на 36 пациентах с подтвержденным диагнозом малярия, вызванная *P. knowlesi*

показало 100% выживаемость и стойкую ремиссию [29]. В исследовании из 8 и 34 пациентов с подтвержденной ПЦР неосложненной инфекцией, вызванной *P. knowlesi*, лечилась перорально артемизинин-люмефантрином. Среднее время снижения паразитемии составило 1 день, что было значительно быстрее, чем у тех, кто получал хлорохин (в среднем 2,5 дня) ( $p = 0,01$ ). Учитывая 24-часовой цикл репликации *P. knowlesi*, раннее агрессивное лечение перечисленными препаратами оправдано для пациентов с относительно высокой паразитемией, чтобы предотвратить внезапное усиление паразитемии и развитие осложнений.

При тяжелой малярии, вызванной *P. knowlesi*, предпочтительным методом лечения является парентеральное введение артемизинина, а при переносимости перорального приема рекомендуется 3-дневный курс перорального противомалярийного препарата артемизинин-люмефантрин, в соответствии с рекомендациями и доступностью препарата.

### Профилактика

Одним из методов профилактики против распространения малярии может являться борьба с использованием естественных врагов комаров переносчиков – личинкоядных рыб, нимф, ракообразных, паразитов насекомых [37], [38].

Ландшафтное и городское планирование играет ключевую роль в снижении риска распространения малярии. Между жилыми зонами и лесами рекомендуется создавать «буферные зоны», свободные от человеческого присутствия и мест размножения малярийных комаров. При проектировании таких зон необходимо учитывать характеристики переносчиков, включая их дальность полета и скорость перемещения [39]. Кроме того, можно внедрять физические барьеры, отделяющие лесные массивы от населенных пунктов. Одним из примеров такой преграды может служить электрическое ограждение на солнечных батареях, чтобы препятствовать проникновению обезьян в населенные пункты.

Еще одним важным направлением профилактики является создание специальных групп сотрудников и волонтеров, занимающихся информированием населения о рисках заражения малярией и способах защиты от нее. Такое просвещение может мотивировать людей к более строгому соблюдению профилактических мер. Работники лесозаготовок, туристы, фермеры и сборщики лесных ресурсов должны проходить обучение, чтобы их деятельность согласовывалась с программами борьбы с малярией. Кроме того, переселение сельского населения в городские или безлесные районы может снизить уровень заражения.

Ключевое место занимает химиопрофилактика противомалярийными препаратами. Согласно данным «Консультативно-диагностического центра с поликлиникой» при Управлении делами Президента Российской Федерации [40], основными препаратами противомалярийной терапии являются: «Делагил» («Хлорохин») – при риске заражения трехдневной малярией или «Мефлохин» («Лариам») – при риске заражения тропической малярией. Прием препаратов следует начинать за 1 неделю до выезда в «тропики», продолжать весь период пребывания и в течение 3 недель после возвращения. Детям препарат назначают в соответствии с возрастными дозами после консультации с врачом. В день приема препарата запрещается употреблять алкоголь, водить автомобиль, заниматься работой и силовыми видами спорта, требующими повышенной концентрации внимания. По прибытию в страну назначения целесообразно проконсультироваться с врачом посольства о необходимости химиопрофилактики малярии в конкретном месте пребывания, сроках ее проведения, а также о противомалярийных препаратах, которые можно приобрести в местной аптечной сети, схеме и дозе применения. Согласно данным Управления Роспотребнадзора по Республике Алтай [41] рекомендуемые препараты для туристов, планирующих посетить Индонезию, Малайзию: Хлорохин (Делагил) + Прогуан, Мефлохин (Лариам). Для туристов, посещающих Таиланд, Камбоджу рекомендуемые препараты — Мефлохин (Лариам), Доксидиклин (Вибрамицин), при посещении Филиппин и Индии – Хлорохин (Делагил) + Прогуанит, Вьетнама – Мефлохин (Лариам). Детям препарат назначают в соответствии с возрастными дозами после консультации с врачом.

Туристам рекомендуется принимать меры для защиты от укусов комаров. Желательно носить одежду, закрывающую большую часть тела, например, рубашки с длинными рукавами, комбинезоны, длинные брюки и обувь с закрытым верхом. Открытые участки кожи, особенно в сумеречное время на улице, следует обрабатывать репеллентами (кремами, аэрозолями, спиртовыми растворами), которые разрешены к применению. При необходимости можно обработать ими одежду. Чтобы предотвратить проникновение комаров в помещение, на окна и двери рекомендуется устанавливать защитные сетки.

Важно помнить, что в течение трех лет после возвращения из страны с неблагоприятной ситуацией по малярии, при повышении температуры тела необходимо обратиться к врачу и сообщить о том, что вы посещали регион с тропическим климатом.

### Заключение

Малярия, вызванная *P. knowlesi*, является в первую очередь зоонозным паразитом, естественными хозяевами которых являются *Macaca fascicularis* и *Macaca nemestrina*. Человек является случайным хозяином в жизненном цикле *P. knowlesi*, но при развитии заболевания, инфекционный процесс поддается лечению противомалярийными препаратами. Основными методами, позволяющим точно определить наличие *P. knowlesi* в мазках крови, являются вложенная ПЦР, ПЦР в реальном времени, изотермическая амплификация (LAMP). Борьба с переносчиками должна включать методы биологической борьбы, ландшафтное и городское планирование, просвещение населения и туристов.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Qureshi N.A. Occurrence and seasonal variation of human Plasmodium infection in Punjab Province, Pakistan / N.A. Qureshi, H. Fatima, M. Afzal [et al.] // BMC Infect Dis. — 2019. — № 19. — P. 935. — DOI: 10.1186/s12879-019-4590-2.
2. Коноплёва В.В. «Болотная лихорадка» – смертельное инфекционное заболевание / В.В. Коноплёва, Н.А. Шипилова, А.П. Каракаева [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — № 1 (139). — URL: <https://research-journal.org/archive/1-139-2024-january/10.23670/IRJ.2024.139.20> (дата обращения: 03.10.2024). — DOI: 10.23670/IRJ.2024.139.20.
3. Cox-Singh J. Plasmodium knowlesi malaria in humans is widely distributed and potentially life threatening / J. Cox-Singh, T.M. Davis, K.S. Lee [et al.] // Clin Infect Dis. — 2008. — № 46. — P. 165–171.
4. White N.J. Plasmodium knowlesi: the fifth human malaria parasite / N.J. White // Clin Infect Dis. — 2008. — № 46. — P. 172–173.
5. Raza A. Plasmodium knowlesi: New threat to Humans / A. Raza, S.W. Khan, S. Aqeel [et al.] // J Pure Appl Microbiol. — 2023. — № 17 (3). — P. 1289–1297. — DOI: 10.22207/JPAM.17.3.17.
6. Napier L.E. Observations on a Plasmodium infection which causes haemoglobinuria in certain species of monkey / L.E. Napier, H.G.M. Campbell // Ind Med Gaz. — 1932. — № 67 (5). — P. 246–249.
7. Singh B. Human Infections and Detection of Plasmodium knowlesi / B. Singh, C. Daneshvar // Clin Microbiol Rev. — 2013. — № 26. — DOI: 10.1128/cmr.00079-12.
8. Chernin E. The malariatherapy of neurosyphilis / E. Chernin // J Parasitol. — 1984. — № 70. — P. 611–617.
9. Kantele A. Review of cases with the emerging fifth human malaria parasite, Plasmodium knowlesi / A. Kantele, T.S. Jokiranta // Clin Infect Dis. — 2011. — № 52. — P. 1356–1362.
10. Chin W. Experimental mosquito-transmission of Plasmodium knowlesi to man and monkey / W. Chin, P.G. Contacos, W.E. Collins [et al.] // Am. J. Trop. Med. Hyg. — 1968. — № 17. — P. 355–358.
11. Fong Y.L. A presumptive case of naturally occurring Plasmodium knowlesi malaria in man in Malaysia / Y.L. Fong, F.C. Cadigan, G.R. Coatney // Trans R Soc Trop Med Hyg. — 1971. — № 65. — P. 839–840.
12. Singh B. Human infections and detection of Plasmodium knowlesi / B. Singh, C. Daneshvar // Clin Microbiol Rev. — 2013. — № 26. — P. 165–184.
13. Singh B. A large focus of naturally acquired Plasmodium knowlesi infections in human beings / B. Singh, L. Kim Sung, A. Matusop [et al.] // Lancet. — 2004. — № 363. — P. 1017–1024.
14. Cox-Singh J. Knowlesi malaria: newly emergent and of public health importance? / J. Cox-Singh, B. Singh // Trends Parasitol. — 2008. — № 24. — P. 406–410.
15. Marchand R.P. Co-infections of Plasmodium knowlesi, P. falciparum, and P. vivax among humans and Anopheles dirus mosquitoes, southern Vietnam / R.P. Marchand, R. Culleton, Y. Maeno [et al.] // Emerg. Infect. Dis. — 2011. — № 17. — P. 1232–1239.
16. Lee K.S. Plasmodium knowlesi from archival blood films: further evidence that human infections are widely distributed and not newly emergent in Malaysian Borneo / K.S. Lee, J. Cox-Singh, G. Brooke [et al.] // Int. J. Parasitol. — 2009. — № 39. — P. 1125–1128.
17. Moyes K.L. Allocation of the geographical area of plasmodium knowlesi / K.L. Moyes, A.J. Henry, N. Golding [et al.] // Take the next place in the ranking of the best Disc. — 2014. — № 8. — P. e2780.
18. Fungfuang J. Malaria parasites in macaques in Thailand: short-tailed macaques (Macaca arctoides) are new natural hosts for Plasmodium knowlesi, Plasmodium inui, Plasmodium coatneyi and Plasmodium fieldi / J. Fungfuang, S. Udom, D. Tongtaintan [et al.] // Malar J. — 2020. — № 19. — P. 350.
19. Putaporntip S. Ecology of malaria parasites infecting macaques in Southeast Asia: data on cytochrome b sequences / S. Putaporntip, S. Jongvutives, S. Tongari [et al.] // Ecol Mail. — 2010. — № 19. — P. 3466–3476.
20. Sa-ngamuang C. Assessment of malaria risk in Southeast Asia: a systematic review / C. Sa-ngamuang, S. Lawpoolsri, M. Su Yin [et al.] // Malar J. — 2023. — № 22. — P. 339. — DOI: 10.1186/s12936-023-04772-3.
21. 潘波. 我国首例输入性诺氏疟原虫感染现症病例的诊断和治疗 / 潘波, 裴福全, 阮彩文 [et al.] // Chinese Journal of Parasitology & Parasitic Diseases. — 2016. — 卷. 34. — 国际空间站. 6. — 第 513 页.
22. Froeschl G. Plasmodium knowlesi infection in a returning German traveller from Thailand: a case report on an emerging malaria pathogen in a popular low-risk travel destination / G. Froeschl, M. Beissner, K. Huber [et al.] // BMC Infect Dis. — 2018. — № 18. — P. 148.
23. De Canale E. Plasmodium knowlesi malaria in a traveller returning from the Philippines to Italy, 2016 / E. De Canale, D. Sgarabotto, G. Marini [et al.] // New Microbiol. — 2017. — № 40. — P. 291–294.
24. Tyagi R.K. Discordance in drug resistance-associated mutation patterns in marker genes of Plasmodium falciparum and Plasmodium knowlesi during coinfections / R.K. Tyagi, M.K. Das, S.S. Singh [et al.] // J Antimicrob Chemother. — 2013. — № 68. — P. 1081–1088.

25. Tanizaki R. First case of Plasmodium knowlesi infection in a Japanese traveller returning from Malaysia / R. Tanizaki, M.Ujii, Y. Kato [et al.] // *Malar J.* — 2013. — № 12. — P. 128–131.
26. Vythilingam I. Plasmodium knowlesi in humans, macaques and mosquitoes in peninsular Malaysia / I. Vythilingam, Y.M. Noorazian, T.C. Huat // *Parasit. Vectors.* — 2008. — № 1. — P. 26.
27. Lee K.S. Plasmodium knowlesi: reservoir hosts and tracking the emergence in humans and macaques / K.S. Lee, P.C. Divis, S.K. Zakaria [et al.] // *PLoS Pathog.* — 2011. — № 7. — P. e1002015.
28. De Zulueta J. Malaria in Sarawak and Brunei / J. de Zulueta // *Bull. World Health Organ.* — 1956. — № 15. — P. 651–671.
29. Barber B.E. A Prospective Comparative Study of Knowlesi, Falciparum, and Vivax Malaria in Sabah, Malaysia: High Proportion With Severe Disease From Plasmodium Knowlesi and Plasmodium Vivax But No Mortality With Early Referral and Artesunate Therapy / B.E. Barber, T. William, M.J. Grigg [et al.] // *Clinical Infectious Diseases.* — 2013. — Vol. 56. — Iss. 3. — P. 383–397. — DOI: 10.1093/cid/cis902.
30. Grigg M.J. Age-Related Clinical Spectrum of Plasmodium knowlesi Malaria and Predictors of Severity / M.J. Grigg, T. William, B.E. Barber [et al.] // *Clinical Infectious Diseases.* — 2018. — Vol. 67. — Iss. 3. — P. 350–359. — DOI: 10.1093/cid/ciy065.
31. Kantele A. Review of cases with the emerging fifth human malaria parasite, Plasmodium knowlesi / A. Kantele, T.S. Jokiranta // *Clin Infect Dis.* — 2011. — № 52 (11). — P. 1356–1362.
32. Grigg M.J. Plasmodium knowlesi detection methods for human infections-Diagnosis and surveillance / M.J. Grigg, I.N. Lubis, K.K.A. Tetteh [et al.] // *Adv Parasitol.* — 2021. — № 113. — P. 77–130. — DOI: 10.1016/bs.apar.2021.08.002.
33. Imwong M. Spurious amplification of a Plasmodium vivax small-subunit RNA gene by use of primers currently used to detect P. knowlesi / M. Imwong, N. Tanomsing, S. Pukrittayakamee [et al.] // *J Clin Microbiol.* — 2009. — № 47 (12). — P. 4173–4175. — DOI: 10.1128/JCM.00811-09.
34. Suhandi D.A. Identification of Plasmodium knowlesi using polymerase chain reaction (PCR) method / D.A. Suhandi, J.F. Suwandi // *Medula.* — 2017. — № 7 (5). — P. 177–182.
35. Divis P.C. A TaqMan real-time PCR assay for the detection and quantitation of Plasmodium knowlesi / P.C. Divis, S.E. Shokoples, B. Singh [et al.] // *Malar J.* — 2010. — № 9. — P. 344.
36. Lau Y.L. Specific, sensitive and rapid detection of human plasmodium knowlesi infection by loop-mediated isothermal amplification (LAMP) in blood samples / Y.L. Lau, M.Y. Fong, R. Mahmud [et al.] // *Malar J.* — 2011. — № 10. — P. 197. — DOI: 10.1186/1475-2875-10-197.
37. Singh R.K. Laboratory studies on the predatory potential of dragon-fly nymphs on mosquito larvae / R.K. Singh, R.C. Dhiman, S.P. Singh // *J Commun Dis.* — 2003. — № 35. — P. 96–101.
38. Chatterjee S.N. Eco-friendly control of mosquito larvae by Brachytron pratense nymph / S.N. Chatterjee, A. Ghosh, G. Chandra // *J Environ Health.* — 2007. — № 69. — P. 44–48.
39. Chua T.H. Effect of different habitat types on abundance and biting times of Anopheles balabacensis Baisas (Diptera: Culicidae) in Kudat district of Sabah, Malaysia / T.H. Chua, B.O. Manin, I. Vythilingam [et al.] // *Parasit Vectors.* — 2019. — № 12. — P. 364.
40. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Консультативно-диагностический центр с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации. Памятка по профилактике малярии. — URL: <https://spbpmc.ru/uslugi/directions/pamyatka-po-profilaktike-malyarii/> (дата обращения: 07.08.2024).
41. Управление Роспотребнадзора по Республике Алтай. Выезжающим в тропики: что надо знать о малярии (памятка). — URL: <http://pda.04.rospotrebnadzor.ru/index.php/epid-otdel/org/9050-20042018.html> (дата обращения: 07.08.2024).

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Qureshi N.A. Occurrence and seasonal variation of human Plasmodium infection in Punjab Province, Pakistan / N.A. Qureshi, H. Fatima, M. Afzal [et al.] // *BMC Infect Dis.* — 2019. — № 19. — P. 935. — DOI: 10.1186/s12879-019-4590-2.
2. Konopljova V.V. «Bolotnaja lihoradka» – smertel'noe infekcionnoe zabolevanie ["Swamp fever" – a fatal infectious disease] / V.V. Konopljova, N.A. Shipilova, A.R. Katakaeva [et al.] // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]*. — 2024. — № 1 (139). — URL: <https://research-journal.org/archive/1-139-2024-january/10.23670/IRJ.2024.139.20> (accessed: 03.10.2024). — DOI: 10.23670/IRJ.2024.139.20. [in Russian]
3. Cox-Singh J. Plasmodium knowlesi malaria in humans is widely distributed and potentially life threatening / J. Cox-Singh, T.M. Davis, K.S. Lee [et al.] // *Clin Infect Dis.* — 2008. — № 46. — P. 165–171.
4. White N.J. Plasmodium knowlesi: the fifth human malaria parasite / N.J. White // *Clin Infect Dis.* — 2008. — № 46. — P. 172–173.
5. Raza A. Plasmodium knowlesi: New threat to Humans / A. Raza, S.W. Khan, S. Aqeel [et al.] // *J Pure Appl Microbiol.* — 2023. — № 17 (3). — P. 1289–1297. — DOI: 10.22207/JPAM.17.3.17.
6. Napier L.E. Observations on a Plasmodium infection which causes haemoglobinuria in certain species of monkey / L.E. Napier, H.G.M. Campbell // *Ind Med Gaz.* — 1932. — № 67 (5). — P. 246–249.
7. Singh B. Human Infections and Detection of Plasmodium knowlesi / B. Singh, C. Daneshvar // *Clin Microbiol Rev.* — 2013. — № 26. — DOI: 10.1128/cmr.00079-12.
8. Chernin E. The malariatherapy of neurosyphilis / E. Chernin // *J Parasitol.* — 1984. — № 70. — P. 611–617.
9. Kantele A. Review of cases with the emerging fifth human malaria parasite, Plasmodium knowlesi / A. Kantele, T.S. Jokiranta // *Clin Infect Dis.* — 2011. — № 52. — P. 1356–1362.

10. Chin W. Experimental mosquito-transmission of *Plasmodium knowlesi* to man and monkey / W. Chin, P.G. Contacos, W.E. Collins [et al.] // *Am. J. Trop. Med. Hyg.* — 1968. — № 17. — P. 355–358.
11. Fong Y.L. A presumptive case of naturally occurring *Plasmodium knowlesi* malaria in man in Malaysia / Y.L. Fong, F.C. Cadigan, G.R. Coatney // *Trans R Soc Trop Med Hyg.* — 1971. — № 65. — P. 839–840.
12. Singh B. Human infections and detection of *Plasmodium knowlesi* / B. Singh, C. Daneshvar // *Clin Microbiol Rev.* — 2013. — № 26. — P. 165–184.
13. Singh B. A large focus of naturally acquired *Plasmodium knowlesi* infections in human beings / B. Singh, L. Kim Sung, A. Matusop [et al.] // *Lancet.* — 2004. — № 363. — P. 1017–1024.
14. Cox-Singh J. *Knowlesi* malaria: newly emergent and of public health importance? / J. Cox-Singh, B. Singh // *Trends Parasitol.* — 2008. — № 24. — P. 406–410.
15. Marchand R.P. Co-infections of *Plasmodium knowlesi*, *P. falciparum*, and *P. vivax* among humans and *Anopheles dirus* mosquitoes, southern Vietnam / R.P. Marchand, R. Culleton, Y. Maeno [et al.] // *Emerg. Infect. Dis.* — 2011. — № 17. — P. 1232–1239.
16. Lee K.S. *Plasmodium knowlesi* from archival blood films: further evidence that human infections are widely distributed and not newly emergent in Malaysian Borneo / K.S. Lee, J. Cox-Singh, G. Brooke [et al.] // *Int. J. Parasitol.* — 2009. — № 39. — P. 1125–1128.
17. Moyes K.L. Allocation of the geographical area of *plasmodium knowlesi* / K.L. Moyes, A.J. Henry, N. Golding [et al.] // *Take the next place in the ranking of the best Disc.* — 2014. — № 8. — P. e2780.
18. Fungfuang J. Malaria parasites in macaques in Thailand: short-tailed macaques (*Macaca arctoides*) are new natural hosts for *Plasmodium knowlesi*, *Plasmodium inui*, *Plasmodium coatneyi* and *Plasmodium fieldi* / J. Fungfuang, S. Udom, D. Tongtanan [et al.] // *Malar J.* — 2020. — № 19. — P. 350.
19. Putaporntip S. Ecology of malaria parasites infecting macaques in Southeast Asia: data on cytochrome b sequences / S. Putaporntip, S. Jongvutives, S. Tongari [et al.] // *Ecol Mail.* — 2010. — № 19. — P. 3466–3476.
20. Sa-ngamuang C. Assessment of malaria risk in Southeast Asia: a systematic review / C. Sa-ngamuang, S. Lawpoolsri, M. Su Yin [et al.] // *Malar J.* — 2023. — № 22. — P. 339. — DOI: 10.1186/s12936-023-04772-3.
21. Pan B. Wǒ guó shǒu lì shǔ rù xíng nuò shì kǔnjīnkǎoèyuán chóng gǎn rǎn xiàn zhèng bìng lì de zhěn duàn hé zhì liáo [Diagnosis and Treatment of the First Imported Case of *Plasmodium knowlesi* Infection in China] / B. Pan, F.Q. Pei, C.W. Ruan [et al.] // *Chinese Journal of Parasitology & Parasitic Diseases.* — 2016. — Vol. 34. — Iss. 6. — P. 513. [in Chinese]
22. Froeschl G. *Plasmodium knowlesi* infection in a returning German traveller from Thailand: a case report on an emerging malaria pathogen in a popular low-risk travel destination / G. Froeschl, M. Beissner, K. Huber [et al.] // *BMC Infect Dis.* — 2018. — № 18. — P. 148.
23. De Canale E. *Plasmodium knowlesi* malaria in a traveller returning from the Philippines to Italy, 2016 / E. De Canale, D. Sgarabotto, G. Marini [et al.] // *New Microbiol.* — 2017. — № 40. — P. 291–294.
24. Tyagi R.K. Discordance in drug resistance-associated mutation patterns in marker genes of *Plasmodium falciparum* and *Plasmodium knowlesi* during coinfections / R.K. Tyagi, M.K. Das, S.S. Singh [et al.] // *J Antimicrob Chemother.* — 2013. — № 68. — P. 1081–1088.
25. Tanizaki R. First case of *Plasmodium knowlesi* infection in a Japanese traveller returning from Malaysia / R. Tanizaki, M. Ujiie, Y. Kato [et al.] // *Malar J.* — 2013. — № 12. — P. 128–131.
26. Vythilingam I. *Plasmodium knowlesi* in humans, macaques and mosquitoes in peninsular Malaysia / I. Vythilingam, Y.M. Noorazian, T.C. Huat // *Parasit. Vectors.* — 2008. — № 1. — P. 26.
27. Lee K.S. *Plasmodium knowlesi*: reservoir hosts and tracking the emergence in humans and macaques / K.S. Lee, P.C. Divis, S.K. Zakaria [et al.] // *PLoS Pathog.* — 2011. — № 7. — P. e1002015.
28. De Zulueta J. Malaria in Sarawak and Brunei / J. de Zulueta // *Bull. World Health Organ.* — 1956. — № 15. — P. 651–671.
29. Barber B.E. A Prospective Comparative Study of *Knowlesi*, *Falciparum*, and *Vivax* Malaria in Sabah, Malaysia: High Proportion With Severe Disease From *Plasmodium Knowlesi* and *Plasmodium Vivax* But No Mortality With Early Referral and Artesunate Therapy / B.E. Barber, T. William, M.J. Grigg [et al.] // *Clinical Infectious Diseases.* — 2013. — Vol. 56. — Iss. 3. — P. 383–397. — DOI: 10.1093/cid/cis902.
30. Grigg M.J. Age-Related Clinical Spectrum of *Plasmodium knowlesi* Malaria and Predictors of Severity / M.J. Grigg, T. William, B.E Barber [et al.] // *Clinical Infectious Diseases.* — 2018. — Vol. 67. — Iss. 3. — P. 350–359. — DOI: 10.1093/cid/ciy065.
31. Kantele A. Review of cases with the emerging fifth human malaria parasite, *Plasmodium knowlesi* / A. Kantele, T.S. Jokiranta // *Clin Infect Dis.* — 2011. — № 52 (11). — P. 1356–1362.
32. Grigg M.J. *Plasmodium knowlesi* detection methods for human infections-Diagnosis and surveillance / M.J. Grigg, I.N. Lubis, K.K.A. Tetteh [et al.] // *Adv Parasitol.* — 2021. — № 113. — P. 77–130. — DOI: 10.1016/bs.apar.2021.08.002.
33. Imwong M. Spurious amplification of a *Plasmodium vivax* small-subunit RNA gene by use of primers currently used to detect *P. knowlesi* / M. Imwong, N. Tanomsing, S. Pukrittayakamee [et al.] // *J Clin Microbiol.* — 2009. — № 47 (12). — P. 4173–4175. — DOI: 10.1128/JCM.00811-09.
34. Suhandi D.A. Identification of *Plasmodium knowlesi* using polymerase chain reaction (PCR) method / D.A. Suhandi, J.F. Suwandi // *Medula.* — 2017. — № 7 (5). — P. 177–182.
35. Divis P.C. A TaqMan real-time PCR assay for the detection and quantitation of *Plasmodium knowlesi* / P.C. Divis, S.E. Shokoples, B. Singh [et al.] // *Malar J.* — 2010. — № 9. — P. 344.
36. Lau Y.L. Specific, sensitive and rapid detection of human *plasmodium knowlesi* infection by loop-mediated isothermal amplification (LAMP) in blood samples / Y.L. Lau, M.Y. Fong, R. Mahmud [et al.] // *Malar J.* — 2011. — № 10. — P. 197. — DOI: 10.1186/1475-2875-10-197.

37. Singh R.K. Laboratory studies on the predatory potential of dragon-fly nymphs on mosquito larvae / R.K. Singh, R.C. Dhiman, S.P. Singh // *J Commun Dis.* — 2003. — № 35. — P. 96–101.
38. Chatterjee S.N. Eco-friendly control of mosquito larvae by *Brachytron pratense* nymph / S.N. Chatterjee, A. Ghosh, G. Chandra // *J Environ Health.* — 2007. — № 69. — P. 44–48.
39. Chua T.H. Effect of different habitat types on abundance and biting times of *Anopheles balabacensis* Baisas (Diptera: Culicidae) in Kudat district of Sabah, Malaysia / T.H. Chua, B.O. Manin, I. Vythilingam [et al.] // *Parasit Vectors.* — 2019. — № 12. — P. 364.
40. Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe uchrezhdenie «Konsul'tativno-diagnosticheskij centr s poliklinikoj» Upravlenija delami Prezidenta Rossijskoj Federacii. Pamjatka po profilaktike maljarii [Federal State Budgetary Institution "Consultative and Diagnostic Centre with Clinic" of the Presidential Affairs Department of the Russian Federation. Leaflet on malaria prevention]. — URL: <https://spbpmc.ru/uslugi/directions/pamyatka-po-profilaktike-malyarii/> (accessed: 07.08.2024). [in Russian]
41. Upravlenie Rospotrebnadzora po Respublike Altaj. Vyezhhajushhim v tropiki: chto nado znat' o maljarii (pamjatka) [Department of Rospotrebnadzor for the Republic of Altai. Travelling to the tropics: what to know about malaria (memo)]. — URL: <http://pda.04.rospotrebnadzor.ru/index.php/epid-otdel/org/9050-20042018.html> (accessed: 07.08.2024). [in Russian]