

СЕРОПРЕВАЛЕНТНОСТЬ К *ANAPLASMA PHAGOCYTOPHILUM* И *EHRlichia SP.* У ЛЮДЕЙ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ УКУСОВ КЛЕЩЕЙ

Ляпунова Н.А.,
Хаснатинов М.А.,
Данчинова Г.А.

ФГБНУ «Научный центр проблем
здоровья семьи и репродукции
человека» (664003, г. Иркутск,
ул. Тимирязева, 16, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Ляпунова Наталья Андреевна,
e-mail: nataly2193@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Обоснование. Население Прибайкалья регулярно страдает от укусов иксодовых клещей, заражённых возбудителями природно-очаговых инфекций. При обращении населения в Центр диагностики и профилактики клещевых инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (Иркутск) нами ежегодно выявляются анаплазмы вида *Anaplasma phagocytophilum*, а также эрлихии *Ehrlichia chaffeensis*/*E. muris* как в иксодовых клещах, так и в образцах крови людей, пострадавших от присасывания клещей. При этом в открытых источниках отсутствуют данные о заболеваемости гранулоцитарным анаплазмозом человека (ГАЧ) и моноцитарным эрлихиозом человека (МЭЧ) в Прибайкалье. Также в настоящее время опубликовано мало работ по изучению напряжённости иммунного ответа к анаплазмам и эрлихиям у людей, проживающих на обследуемой территории, хотя эта информация является критичной для оценки частоты контактов и риска заражения человека на территории, эндемичной по клещевым инфекциям.

Цель настоящего исследования состоит в актуализации информации о наличии и распространённости специфичных иммуноглобулинов классов М и G к *A. phagocytophilum* и *Ehrlichia sp.* среди жителей Прибайкалья, пострадавших от присасывания клеща.

Методы. На наличие IgM и IgG к возбудителям ГАЧ и МЭЧ проанализированы 204 сыворотки крови людей, обратившихся по факту нападения клеща в 2021 г., с использованием коммерческих тест-систем (ООО «Омникс», Санкт-Петербург).

Результаты. В девяти образцах обнаружены антитела класса G к *A. phagocytophilum*, в одном – антитела класса G к *E. chaffeensis*/*E. muris*. Антитела класса M к обоим патогенам не выявлены.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о регулярном инфицировании населения анаплазмами и эрлихиями, что является признаком существования в Прибайкалье активных природных очагов ГАЧ и МЭЧ. Однако для выяснения реальной эпидемической роли этих инфекций требуется углублённое изучение иммунного статуса как среди здоровых лиц, так и среди пациентов с симптомами инфекционного заболевания.

Ключевые слова: моноцитарный эрлихиоз человека, гранулоцитарный анаплазмоз человека, антитела IgM, антитела IgG, иммуноферментный анализ

Статья поступила: 06.07.2022

Статья принята: 19.10.2022

Статья опубликована: 08.12.2022

Для цитирования: Ляпунова Н.А., Хаснатинов М.А., Данчинова Г.А. Серопревалентность к *Anaplasma phagocytophilum* и *Ehrlichia sp.* у людей, пострадавших от укусов клещей. *Acta biomedica scientifica*. 2022; 7(5-1): 139-144. doi: 10.29413/ABS.2022-7.5-1.15

SEROPREVALENCE OF ANAPLASMA PHAGOCYTOPHILUM AND EHRLICHIA SP. AMONG PEOPLE AFFECTED BY TICK BITES

Liapunova N.A.,
Khasnatinov M.A.,
Danchinova G.A.

Scientific Centre for Family Health
and Human Reproduction Problems
(Timiryazeva str. 16, Irkutsk 664003,
Russian Federation)

Corresponding author:
Natalia A. Liapunova,
e-mail: nataly2193@mail.ru

ABSTRACT

Background. In spring and summer, the population of the Baikal region regularly comes into contact with the pathogens transmitted through the bites of ixodid ticks. In the Center for Diagnosis and Prevention of Tick-Borne Infections (Irkutsk, Russian Federation), we annually detect anaplasmas of the *Anaplasma phagocytophilum* species, as well as *Ehrlichia chaffeensis*/*E. muris* in both ixodid ticks and blood samples from people who have been bitten by ticks. At the same time, there are no data in open sources on the incidence of human granulocytic anaplasmosis and human monocytic ehrlichiosis in the Baikal region. Currently, there is very little information on the studies of intensity of the immune response to anaplasmas and ehrlichia in people living in the surveyed area, although this information is critical for assessing the frequency of contacts and the risk of infection of people in a territory endemic for tick-borne infections.

The aim. To update information on the presence and prevalence of specific immunoglobulins M and G to *A. phagocytophilum* and *Ehrlichia* sp. among the population of the Irkutsk Region affected by tick bites.

Materials and methods. In total, 204 samples of blood serum from the residents of the Irkutsk Region who were registered to be bitten by ticks were analyzed for the presence of IgM and IgG to human monocytic ehrlichiosis and human granulocytic anaplasmosis agents.

Results. IgG to *A. phagocytophilum* were found in 9 samples, IgG to *E. chaffeensis*/*E. muris* – in 1 sample; no IgM to both pathogens were found in any sample.

Conclusions. The results obtained indicate regular infection of the population with anaplasmas and ehrlichia which is a testifies to the existence of active natural foci of human monocytic ehrlichiosis and human granulocytic anaplasmosis in the Baikal region. To clarify the real epidemic role of these infections, a detailed study of the immune status is required both among healthy individuals and among patients with symptoms of an infectious disease.

Key words: human monocytic ehrlichiosis, human granulocytic anaplasmosis, immunoglobulin G, immunoglobulin M, Anaplasmataceae, ELISA

Received: 06.07.2022
Accepted: 19.10.2022
Published: 08.12.2022

For citation: Liapunova N.A., Khasnatinov M.A., Danchinova G.A. Seroprevalence of *Anaplasma phagocytophilum* and *Ehrlichia* sp. among people affected by tick bites. *Acta biomedica scientifica*. 2022; 7(5-1): 139-144. doi: 10.29413/ABS.2022-7.5-1.15

ОБОСНОВАНИЕ

Гранулоцитарный анаплазмоз человека (ГАЧ) и моноцитарный эрлихиоз человека (МЭЧ) – это острые зоонозные инфекции, характеризующиеся поражением лейкоцитов и вызывающие лихорадочные заболевания у людей [1]. Возбудители этих заболеваний принадлежат родам *Anaplasma* и *Ehrlichia* соответственно, семейству Anaplasmataceae, отряду Rickettsiales. В род *Anaplasma* входят такие виды, как *A. marginale*, *A. (Ehrlichia) platys*, *A. phagocytophilum*, *A. bovis* и *A. centrale* [2]. Род *Ehrlichia* включает в себя пять видов: *E. canis*, *E. chaffeensis*, *E. ewingii*, *E. muris* и *E. ruminantium* [3]. По данным Государственных докладов Роспотребнадзора, в 2020 и 2021 гг. заболеваемость МЭЧ и ГАЧ в России отмечена на уровне единичных случаев [4, 5]. Официально опубликованные данные по заболеваемости ГАЧ и МЭЧ в Прибайкалье в настоящее время отсутствуют, однако при обращаемости населения в Центр диагностики и профилактики клещевых инфекций ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (Иркутск) нами ежегодно выявляются анаплазмы вида *A. phagocytophilum* и генетически близкие эрлихии *E. chaffeensis*/*E. muris* [6] (*Ehrlichia* sp.) в клещах и крови пострадавших. Кроме того, другими авторами показано, что в Иркутской области существуют природные очаги ГАЧ и МЭЧ [7, 8]. Хотя анаплазмоз и эрлихиоз человека клинически схожи, они различаются по спектру поражаемых возбудителями клеток крови: эрлихии чаще всего инфицируют моноциты, тогда как *A. phagocytophilum* по большей части поражают гранулоциты [1, 9]. Заражение человека *A. phagocytophilum* и *Ehrlichia* sp. происходит при укусе иксодового клеща; в Восточной Сибири это преимущественно таёжный клещ *Ixodes persulcatus* P. Sch., 1930 [6]. В 2021 г. в вирусологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) исследовано 689 экземпляров иксодовых клещей, собранных в природных биотопах; в 1,4 % проб выявлены возбудители ГАЧ (в 2020 г. – в 2,9 %), а в 0,4 % проб – возбудители МЭЧ (в 2020 г. – в 2,4 %) [10].

Таким образом, существуют очевидные предпосылки для инфицирования жителей и гостей Прибайкалья возбудителями ГАЧ и МЭЧ, особенно в период сезонного пика численности клещей. Поиск литературных источников в доступных электронных библиотеках показал, что к настоящему моменту есть только одна работа [11], в которой опубликованы данные по оценке напряжённости иммунного ответа к анаплазмам и эрлихиям у населения Прибайкалья.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуализация информации о наличии и распространённости специфических иммуноглобулинов классов М и G к *A. phagocytophilum* и *Ehrlichia* sp. среди жителей Прибайкалья, пострадавших от присасывания клеща.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе было ретроспективно исследовано 204 архивных образца сыворотки крови людей, обратившихся в Центр диагностики и профилактики клещевых инфекций по поводу укуса клеща с марта по июль 2021 г. По факту обращения была проведена ПЦР-диагностика каждого образца на обнаружение РНК/ДНК семи клещевых патогенов, а именно вируса клещевого энцефалита (ВКЭ), *Borrelia burgdorferi* s.l., *Ehrlichia* sp., *A. phagocytophilum*, *B. miyamotoi*, *Rickettsia sibirica* и *R. heilongjiangensis*.

Для выделения ДНК и РНК из сыворотки крови использовали автоматическую станцию выделения KingFisher Flex (Thermo Scientific, США) и набор реагентов для автоматического выделения «РеалБест Уни-Маг» (Вектор-Бест, Новосибирск). Для постановки реакции ПЦР/ПЦР с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) в режиме реального времени использовали наборы реагентов для выявления ДНК/РНК «РеалБест ДНК» (Вектор-Бест, Новосибирск) согласно инструкции производителя.

Для выявления в сыворотках крови иммуноглобулинов М и G к антигену *A. phagocytophilum* и *E. chaffeensis*/*E. muris* использовали коммерческие тест-системы ГАЧ-ИФА-IgM и ГАЧ-ИФА-IgG и МЭЧ-ИФА-IgM и МЭЧ-ИФА-IgG (ООО «Омникс», Санкт-Петербург).

Измерение оптической плотности (ОП) производили при длине волны 450 нм с помощью планшетного спектрофотометра Immunochem 2100 (США). Аналитическим пределом детекции антител считали критический уровень оптической плотности (ОП_{крит.}), который устанавливали в соответствии с инструкциями производителя тест-системы. Значения ОП выше критического уровня считали специфическими для *A. phagocytophilum* и *E. chaffeensis*/*E. muris* в исследуемом материале.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обстоятельства нападения клеща больше чем в половине случаев – отдых на природе или на даче; территориально чаще всего это были Иркутский, Шелеховский или Слюдянский районы Иркутской области.

Для большей части исследованных сывороток крови получены отрицательные результаты ПЦР на наличие двух (ВКЭ, *B. burgdorferi* s.l.), четырех (ВКЭ, *B. burgdorferi* s.l., *Ehrlichia* sp. и *A. phagocytophilum*) или всех семи (ВКЭ, *B. burgdorferi* s.l., *Ehrlichia* sp., *A. phagocytophilum*, *B. miyamotoi*, *R. sibirica* и *R. heilongjiangensis*) патогенов. В одном образце обнаружена ДНК *R. sibirica*, и в одном – ДНК *B. miyamotoi*.

Исследуемая выборка состоит из сывороток крови людей обоих полов разных возрастных групп (табл. 1). Соотношение лиц мужского и женского полов составляет 1:1. Доля детей и подростков до 17 лет включительно составляет около 24 % от общего числа. 28 (14 %) человек отмечали ухудшение состояния здоровья в среднем через 3–4 суток после укуса клеща.

В результате проведенного исследования были выявлены антитела к возбудителям МЭЧ и ГАЧ в 10 образцах, из которых в одном – иммуноглобулины класса G к *E. chaffeensis/E. muris*, в остальных девяти – иммуноглобулины класса G к *A. phagocytophilum*. Антитела класса M к обоим патогенам в образцах исследуемой выборки не выявлены (табл. 2).

В образцах сывороток крови несовершеннолетних специфические антитела к *E. chaffeensis/E. muris* и *A. phagocytophilum* не обнаружены. Антитела к *A. phagocytophilum*

выявлены в сыворотке крови 5 женщин и 4 мужчин (табл. 2). Антитела класса G к *E. chaffeensis/E. muris* были обнаружены у пациента 6225, который имел жалобы на повышение температуры тела на момент обращения в Центр диагностики и профилактики клещевых инфекций. При этом в результате ПЦР-диагностики его сыворотки крови была обнаружена ДНК *B. miyamotoi*. У пациентов 1568 и 3251 диагностика на выявление ДНК *E. chaffeensis/E. muris* и *A. phagocytophilum* не проводилась. Пациент с номером 1568 упустил сроки для своевременной ПЦР-

ТАБЛИЦА 1
РЕЗУЛЬТАТЫ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА ПО ВЫЯВЛЕНИЮ АНТИТЕЛ К *A. PHAGOCYTOPHILUM* И *E. CHAFFEENSIS/E. MURIS* В СЫВОРОТКАХ КРОВИ ЛЮДЕЙ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ УКУСА КЛЕЩА

Пациенты	n (%)	Выявлены антитела			
		IgM к <i>A. phagocytophilum</i> , n (%)	IgG к <i>A. phagocytophilum</i> , n (%)	IgM к <i>Ehrlichia</i> sp., n (%)	IgG к <i>Ehrlichia</i> sp., n (%)
Дети (1–17 лет): n = 48 (23,5 %)					
Девочки, n (%)	20 (42)	0	0	0	0
Мальчики, n (%)	28 (58)	0	0	0	0
Взрослые (18–87 лет): n = 156 (76,5 %)					
Женщины, n (%)	87 (56)	0	5 (5,8)	0	0
Мужчины, n (%)	69 (44)	0	4 (5,8)	0	1 (1,5)
Всего	204	0	9 (4,4)	0	1 (0,5)

TABLE 1
RESULTS OF ELISA TEST ON THE DETECTION OF ANTIBODIES AGAINST *A. PHAGOCYTOPHILUM* AND *E. CHAFFEENSIS/E. MURIS* IN THE SERUM SAMPLES FROM PEOPLE BITTEN BY TICKS

ТАБЛИЦА 2
ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ, В ОБРАЗЦАХ КОТОРЫХ БЫЛИ ОБНАРУЖЕНЫ АНТИТЕЛА К ВОЗБУДИТЕЛЯМ ГАЧ И МЭЧ

Код пациента	КС		Пол	Возраст	Административный район Иркутской области*	Выявление ДНК возбудителей	Жалобы
	IgG-ГАЧ	IgG-МЭЧ					
443	1,2	N/A	М	74	Иркутский	Не выявлена	нет
550	3	N/A	М	32	Балаганский	Не выявлена	нет
883	1,7	N/A	Ж	49	Иркутский	Не выявлена	нет
1399	4,1	N/A	Ж	49	Ольхонский	Не выявлена	нет
1568	2,9	N/A	М	18	Иркутский	Не проводилось	нет
1627	1,3	N/A	Ж	76	Иркутский	Не выявлена	нет
3251	2,2	N/A	Ж	53	Слюдянский	Не проводилось	нет
4052	2,9	N/A	М	73	Иркутский	Не выявлена	нет
5903	4,6	N/A	Ж	70	Шелеховский	Не выявлена	нет
6225	N/A	1,7	М	61	Шелеховский	<i>B. miyamotoi</i>	На момент обращения гипертермия (39 °C)

Примечание. КС – коэффициент серопозитивности; N/A – не выявлено; * – территория, на которой пациенты подверглись нападению клеща.

TABLE 2
CHARACTERISTICS OF PATIENTS WITH ANTIBODIES TO THE HUMAN MONOCYTIC EHRLICHIOSIS, HUMAN GRANULOCYTIC ANAPLASMOSIS AGENTS

диагностики, обратившись в Центр диагностики и профилактики клещевых инфекций через 10 дней после укуса клеща. Все остальные пациенты с обнаруженными антителами обратились в Центр на 2–3-и сутки после укуса.

Известно, что у большинства людей антитела IgM или IgG вырабатываются через 2 недели после инфицирования анаплазмами и эрлихиями [12]. Поэтому основным ограничением нашего исследования является то, что большинство образцов были получены в первую неделю после укуса клеща. В этот период антитела IgG еще не начали вырабатываться, а концентрация IgM в крови может быть ниже аналитического предела детекции тест-системы. К сожалению, ни в одном случае не удалось получить образцы парных сывороток, что также является ограничением данного исследования. Однако ранее было показано [13], что диагностические титры антител против *A. phagocytophilum* наблюдаются в течение 3,5 лет после перенесённого заболевания. Таким образом, выявление специфических иммуноглобулинов G как к *A. phagocytophilum*, так и к *Ehrlichia* sp. в архивных образцах сыворотки крови людей, пострадавших от укусов клеща в 2021 г., позволяет предположить, что жители Иркутской области регулярно подвергаются инфицированию анаплазмами и эрлихиями. Однако отсутствие иммуноглобулинов класса M может быть интерпретировано как признак того, что инфицирование обоими патогенами происходит достаточно редко, и, вероятно, наблюдаемый иммунный ответ сформировался не в сезоне 2021 г., а в результате более ранних укусов. Можно предположить, что в Прибайкалье продолжают существовать активные природные очаги ГАЧ и МЭЧ, однако частота заражения людей относительно низкая.

Отсутствие у иммунокомпетентных людей жалоб на длительное ухудшение здоровья или случаев госпитализации позволяет предположить, что ГАЧ и МЭЧ в Иркутской области протекают либо в относительно лёгкой форме, либо в форме бессимптомной инфекции.

Отсутствие у детей антител к возбудителям ГАЧ и МЭЧ говорит о меньшей по сравнению со взрослыми частоте контактов с иксодовыми клещами и, как следствие, о более низкой вероятности встречи с эрлихиями и анаплазмами. Однако в исследованной выборке группы детей и взрослых отличаются по количеству наблюдений, поэтому требуется уточняющее исследование с использованием большей выборки, в которой будет сопоставимое число взрослых и детей. Кроме того, необходимо исследование парных сывороток, взятых с интервалом 4–6 недель, чтобы отследить динамику формирования специфического иммунного ответа.

Данная работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Центр разработки прогрессивных персонализированных технологий здоровья» ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ (Иркутск).

Благодарности

Авторы выражают благодарность медицинскому персоналу Центра диагностики и профилактики клещевых инфекций ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ и лично руководителю Центра Петровой Ирине Викторовне за помощь в сборе данных.

Соответствие принципам биомедицинской этики

При работе соблюдены этические принципы, представляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, в редакции 2000). Работа проведена с одобрения Комитета по биомедицинской этике ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ и информированного согласия пациентов.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Johnson DK, Schiffman E, Davis JP, Neitzel D, Sloan LM, Nicholson WL, et al. Human Infection with *Ehrlichia muris*-like pathogen, United States, 2007–2013. *Emerg Infect Dis*. 2015; 21(10): 1794-1799. doi: 10.3201/eid2110.150143
2. Yang J, Li Y, Liu Z, Liu J, Niu Q, Ren Q, et al. Molecular detection and characterization of *Anaplasma* spp. in sheep and cattle from Xinjiang, northwest China. *Parasit Vectors*. 2015; 8: 108. doi: 10.1186/s13071-015-0727-3
3. Pritt BS, Allerdice MEJ, Sloan LM, Paddock CD, Munderloh UG, Rikihisa Y, et al. Proposal to reclassify *Ehrlichia muris* as *Ehrlichia muris* subsp. *muris* subsp. nov. and description of *Ehrlichia muris* subsp. *eaucalirensis* subsp. nov., a newly recognized tick-borne pathogen of humans. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2017; 67(7): 2121-2126. doi: 10.1099/ijsem.0.001896
4. *О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: государственный доклад*. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2021.
5. *О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: государственный доклад*. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2022.
6. Khasnatinov MA, Danchinova GA, Liapunov AV, Manzarova EL, Petrova IV, Lyapunova NA, et al. Prevalence of tick-borne pathogens in hard ticks that attacked human hosts in Eastern Siberia. *International Journal of Biomedicine*. 2017; 7(4): 307-309.
7. Козлова И.В., Злобин В.И., Верховина М.М., Пар В.А., Лисак О.В., Дорощенко Е.К., и др. Результаты рекогносцировочных исследований по моноцитарному эрлихиозу и гранулоцитарному анаплазмозу человека в Прибайкалье. *Acta biomedica scientifica*. 2007; 3(55): 112-116.
8. Козлова И.В., Верховина М.М., Дёмина Т.В., Джиоев Ю.П., Дорощенко Е.К., Лисак О.В., и др. Сочетанные очаги трансмиссивных клещевых инфекций на территории Прибайкалья. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2010; 4(53): 40-46.
9. Dahlgren FS, Heitman KN, Behravesh CB. Undetermined human ehrlichiosis and anaplasmosis in the United States, 2008–2012: A catch-all for passive surveillance. *Am J Trop Med Hyg*. 2016; 94(2): 299-301. doi: 10.4269/ajtmh.15-0691
10. *О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Иркутской области в 2021 году: государственный доклад*. Иркутск: Федеральная служба по надзору

в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области; 2022.

11. Danchinova GA, Lyapunova NA, Manzarova EL, Solovarov IS, Petrova IV, Lyapunov AV, et al. Preliminary results of the study of subclinical infections of tick-borne pathogens in bitten humans. *Acta biomedica scientifica*. 2018; 3(1): 43-48.

12. Chapman AS, Bakken JS, Folk SM, Paddock CD, Bloch KC, Krusell A, et al. Diagnosis and management of tick-borne rickettsial diseases: Rocky Mountain spotted fever, ehrlichioses, and anaplasmosis. United States: A practical guide for physicians and other health-care and public health professionals. *MMWR Recomm Rep*. 2006; 55(RR-4): 1-27.

13. Bakken JS, Haller I, Riddell D, Walls JJ, Dumler JS. The serological response of patients infected with the agent of human granulocytic ehrlichiosis. *Clin Infect Dis*. 2002; 34: 22-27.

REFERENCES

1. Johnson DK, Schiffman E, Davis JP, Neitzel D, Sloan LM, Nicholson WL, et al. Human Infection with *Ehrlichia muris*-like pathogen, United States, 2007–2013. *Emerg Infect Dis*. 2015; 21(10): 1794-1799. doi: 10.3201/eid2110.150143

2. Yang J, Li Y, Liu Z, Liu J, Niu Q, Ren Q, et al. Molecular detection and characterization of *Anaplasma* spp. in sheep and cattle from Xinjiang, northwest China. *Parasit Vectors*. 2015; 8: 108. doi: 10.1186/s13071-015-0727-3

3. Pritt BS, Allerdice MEJ, Sloan LM, Paddock CD, Munderloh UG, Rikihisa Y, et al. Proposal to reclassify *Ehrlichia muris* as *Ehrlichia muris* subsp. *muris* subsp. nov. and description of *Ehrlichia muris* subsp. *euclairensis* subsp. nov., a newly recognized tick-borne pathogen of humans. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2017; 67(7): 2121-2126. doi: 10.1099/ijsem.0.001896

4. *On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2020: State report*. Moscow; 2021. (In Russ.).

5. *On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2021: State report*. Moscow; 2022. (In Russ.).

6. Khasnatinov M, Danchinova GA, Liapunov AV, Manzarova EL, Petrova IV, Lyapunova NA, et al. Prevalence of tick-borne pathogens in hard ticks that attacked human hosts in Eastern Siberia. *International Journal of Biomedicine*. 2017; 7(4): 307-309.

7. Kozlova IV, Zlobin VI, Verkhozina MM, Rar VA, Lisak OV, Doroshchenko EK, et al. The results of the first research evaluating the epidemic situation with HGA and HME in Pribaikalye region. *Acta biomedica scientifica*. 2007; 3(55): 112-116. (In Russ.).

8. Kozlova IV, Verkhozina MM, Demina TV, Dzhiyev YuP, Doroshchenko EK, Lisak OV, et al. Combined natural foci of tick-borne infections in Baikal region. *Epidemiology and Vaccinal Prevention* 2010; 4(53): 40-46. (In Russ.).

9. Dahlgren FS, Heitman KN, Behravesh CB. Undetermined human ehrlichiosis and anaplasmosis in the United States, 2008–2012: A catch-all for passive surveillance. *Am J Trop Med Hyg*. 2016; 94(2): 299-301. doi: 10.4269/ajtmh.15-0691

10. *On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Irkutsk Region in 2021: State report*. Irkutsk; 2022. (In Russ.).

11. Danchinova GA, Lyapunova NA, Manzarova EL, Solovarov IS, Petrova IV, Lyapunov AV, et al. Preliminary results of the study of subclinical infections of tick-borne pathogens in bitten humans. *Acta biomedica scientifica*. 2018; 3(1): 43-48.

12. Chapman AS, Bakken JS, Folk SM, Paddock CD, Bloch KC, Krusell A, et al. Diagnosis and management of tick-borne rickettsial diseases: Rocky Mountain spotted fever, ehrlichioses, and anaplasmosis. United States: A practical guide for physicians and other health-care and public health professionals. *MMWR Recomm Rep*. 2006; 55(RR-4): 1-27.

13. Bakken JS, Haller I, Riddell D, Walls JJ, Dumler JS. The serological response of patients infected with the agent of human granulocytic ehrlichiosis. *Clin Infect Dis*. 2002; 34: 22-27.

Сведения об авторах

Ляпунова Наталья Андреевна – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории трансмиссивных инфекций, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», e-mail: nataly2193@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6039-0854>

Хаснатинов Максим Анатольевич – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории трансмиссивных инфекций, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», e-mail: khasnatinov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8441-3640>

Данчинова Галина Анатольевна – доктор биологических наук, руководитель лаборатории трансмиссивных инфекций, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», e-mail: dan-chin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6705-3070>

Information about the authors

Natalia A. Lyapunova – Cand. Sc. (Biol.), Junior Research Officer at the Laboratory of Arthropod-Borne Infections, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: nataly2193@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6039-0854>

Maxim A. Khasnatinov – Dr. Sc. (Biol.), Leading Research Officer at the Laboratory of Arthropod-Borne Infections, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: khasnatinov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8441-3640>

Galina A. Danchinova – Dr. Sc. (Biol.), Head of the Laboratory of Arthropod-Borne Infections, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: dan-chin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6705-3070>

Статья опубликована в рамках V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты в медицине и биологии».