

УДК 576.895.421

## АНОМАЛИИ ЭКЗОСКЕЛЕТА *IXODES PAVLOVSKYI OCCIDENTALIS* (PARASITIFORMES, IXODIDAE)

© 2022 г. А. Я. Никитин<sup>а,\*</sup>, Ю. А. Вержуцкая<sup>а</sup>, И. М. Морозов<sup>а</sup>,  
А. Б. Тимошкин<sup>б</sup>, В. В. Панов<sup>с</sup>, В. Ю. Колесникова<sup>а</sup>

<sup>а</sup> Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора,  
ул. Трилисера, 78, Иркутск, 664047 Россия

<sup>б</sup> Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае Роспотребнадзора,  
ул. Сопочная, 38, Красноярск, 660100 Россия

<sup>с</sup> Институт систематики и экологии животных СО РАН,  
ул. Фрунзе, 11, Новосибирск, 630091 Россия  
\*e-mail: nikitin\_irk@mail.ru

Поступила в редакцию 31.01.2022 г.

После доработки 16.02.2022 г.

Принята к публикации 18.02.2022 г.

Исследовано морфологическое строение экзоскелета 293 половозрелых самок *Ixodes pavlovskyi occidentalis* Filippova et Panova, 1998 из Западной и Восточной Сибири. У 44 из них (15.0±2.09%) выявлено шесть типов аномалий тела. Наиболее часто встречается повреждение поверхности скутума – «шагреновая кожа» (77.3±6.32% от числа особей с нарушениями экзоскелета). Зарегистрированы четыре самки (1.4±0.68%), каждая из которых имеет одновременно две аномалии тела.

У самцов *I. p. occidentalis* выявлено четыре типа аномалий у восьми особей из 243 исследованных (3.3±1.15%), что достоверно меньше, чем у самок. Большинство самцов *I. p. occidentalis* имели парные вдавления на конскутуме, поэтому данный признак считали нормой строения для этого вида, тогда как у *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930 такой фенотип является наиболее распространенным нарушением экзоскелета. Самцы *I. p. occidentalis* с двумя аномалиями не зарегистрированы.

Показано, что у самок и самцов *I. p. occidentalis* частота нарушений развития экзоскелета меньше, чем в гемипопуляциях *I. persulcatus* азиатской части России, но больше, чем у *I. p. pavlovskyi* (остров Русский, Приморский край).

**Ключевые слова:** аномалии экзоскелета, *Ixodes pavlovskyi*, структура популяций

**DOI:** 10.31857/S0031184722020053, **EDN:** FFJYPF

Вид *Ixodes pavlovskiy* Pomerantsev, 1946 представлен двумя подвидами: *I. p. pavlovskiy* Pomerantsev, 1946 и *I. p. occidentalis* Filippova et Panova, 1998 (Померанцев, 1950; Филиппова, Панова, 1998). Первый встречается на Дальнем Востоке России и в Японии; второй – в Сибири, Восточном Казахстане, Киргизии (Филиппова, Ушакова, 1967; Nakao et al., 1992; Бардзимашвили, 1997; Якименко и др., 2013; Филиппова, 2017; и др.).

*I. p. occidentalis* по сравнению с его сородичем, обитающим по современным данным преимущественно на островах Японского моря (Болотин и др., 1977; Колонин, 1986; Nakao et al., 1992; Филиппова, 2017; Гордейко, 2019), имеет более обширный ареал и бóльшую степень изученности различных аспектов экологии, биологии и эпидемиологического значения (Филиппова, Ушакова, 1967; Ушакова, Филиппова, 1968; Чигирик и др., 1974; Филиппова, Панова, 1998; Korenberg et al., 2010; Ливанова и др., 2011, 2012; Малькова и др., 2012; Якименко и др., 2013; Коренберг и др., 2013; Чичерина и др., 2015; Romanenko et al., 2016; Ефимова, Дроздова, 2017 и др.). Вместе с тем, практически ничего не известно о гетерогенности природных популяций *I. p. occidentalis* по морфологическим нарушениям строения экзоскелета, несмотря на достаточно большое число публикаций в отношении встречаемости и распространности аномалий развития тела у родственных видов иксодовых клещей (Первомайский, 1954; Alekseev, Dubinina, 1996; Zharkov et al., 2000; Dubinina et al., 2004; Алексеев и др., 2008; Панова, 2011; Щучинова, 2014; Морозов и др., 2015; Никитин, Морозов, 2016, 2017а, 2017б; Chitimia-Dobler et al., 2017; Nikitin, Morozov, 2017 и др.).

Цель сообщения – описать типы и частоту встречаемости аномалий строения экзоскелета половозрелых самок и самцов *I. p. occidentalis*, собранных на территории Западной и Восточной Сибири.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор имаго клещей проведен на флаг с растительности в лесопарковой зоне Новосибирского научного центра (55°23' N, 83°08' E–54°08' N, 84°22' E), вдоль автомобильной трассы Бердск-Новосибирск и в рекреационной зоне г. Красноярска (56°01'58" N, 92°39'31" E), преимущественно в третьей декаде мая 2017–2021 гг. (табл. 1). Отметим, что ранее *I. p. occidentalis* регистрировали на юге Красноярского края единично (Хазова, 2007), и обнаруженный участок с высокой численностью этого вида является первым наблюдением подобного рода на территории Восточной Сибири.

Известно, что *I. p. occidentalis* наблюдают в одних и тех же биотопах и в те же сроки, что и *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930 (Якименко и др., 2013; Филиппова, 2017). Доля *I. p. occidentalis* от суммы двух представителей рода *Ixodes* по отдельным сборам в районах исследований колебалась от 23.5±3.89 до 91.0±1.79% (табл. 1).

**Таблица 1.** Годы сбора и объемы выборок имаго иксодовых клещей с территории Сибири в местах массовой встречаемости *Ixodes pavlovskyi occidentalis* (2017–2021 гг.)

**Table 1.** Years of collection and volumes of samples of adult ixodid ticks from Siberia in places of mass occurrence of *Ixodes pavlovskyi occidentalis* (2017–2021)

Дата сбора	Район сбора	Собрано клещей рода <i>Ixodes</i> , экз.		Доля <i>I. pavlovskyi</i> от числа <i>Ixodes</i> , %	Всего собрано клещей, экз.
		<i>I. pavlovskyi</i>	<i>I. persulcatus</i>		
21.05.2017	г. Новосибирск (Академгородок)	233	23	91.0	259*
24.05.2017	Автотрасса Бердск–Новосибирск	124	29	81.0	158*
20.06.2018	г. Красноярск (пос. Овинный)	26	84	23.6	110
25.05.2019	г. Красноярск (пос. Овинный)	28	91	23.5	120*
21.05.2020	г. Красноярск (пос. Овинный)	58	89	39.5	147
27.05.2021	г. Красноярск (пос. Овинный)	67	89	42.9	156
Итого		536	405	57.0	950*

\*В сборах, кроме клещей рода *Ixodes*, единично присутствуют *Dermacentor reticulatus*.

Обследованные биотопы в пригородах Новосибирска (Академгородок) и вдоль автотрассы Бердск–Новосибирск ранее описаны в научных публикациях и представлены березово-сосновыми борами с включением осины (Ливанова и др., 2011, 2012; Малькова и др., 2012; Чичерина и др., 2015).

Участок массовой встречаемости *I. p. occidentalis* в окрестностях пос. Овинный (Красноярский край) находится в 8 км от административного центра субъекта. Сбор клещей на этом участке проходил вдоль дороги и троп через березово-осиновый лес с включениями сосны среди густой травяной растительности. Доля вида (имаго) в течение четырех лет наблюдений в период максимальной активности представителей рода *Ixodes* колебалась от 23.5±3.89 до 47.6±4.12% (табл. 1). Число имаго *I. p. occidentalis* составляло в сборах от 26 до 67 особей. Подтверждение в течение четырех лет обитания половозрелых *I. p. occidentalis* вблизи пос. Овинный позволяет считать доказанным факт формирования на этой территории самостоятельной группировки (популяции) этого вида иксодовых клещей.

Видовая диагностика иксодовых клещей проведена по определителям (Померанцев, 1950; Филиппова, 1977; Якименко и др., 2013). Кроме уже упомянутых двух представителей рода *Ixodes* в сборах с растительности единично регистрировали *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794).

Строение наружного скелета имаго анализировали с использованием стереомикроскопов в отраженном свете (увеличение  $\times 80$ , МС-2 «Биомед» и  $\times 84$ , МБС-10, ЛОМО, Россия). Классификация выявляемых аномалий дана в соответствии со схемой типизации, разработанной Алексеевым с соавторами при описании изменчивости экзоскелета *I. persulcatus* и *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) (Alekseev, Dubinina, 1996; Zharkov et al., 2000; Dubinina et al., 2004; Алексеев и др., 2008). За норму строения (морфологический стандарт) принимали фенотип, присущий большинству особей изучаемого подвида, соответственно все отклонения от нормы называли аномалиями или нарушениями строения экзоскелета.

Всего проанализировано строение экзоскелета 293 самок и 243 самцов *I. p. occidentalis*, собранных на территории Западной и Восточной Сибири.

Статистическая обработка материала выполнена стандартными методами вариационной статистики (Елисеева, Юзбашев, 2004).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По оценке специалистов участки повышенной встречаемости *I. p. occidentalis* в окрестностях ряда городов Западной Сибири (г. Томск, г. Новосибирск, г. Бердск), сформировались в конце XX – начале первого десятилетия XXI века (Романенко, 2011; Ливанова и др., 2011, 2012; Малькова и др., 2012; Чичерина и др., 2015). В пригородах Кемерово *I. p. occidentalis* регистрировали уже в 70-х годах XX века (Чигирик и др., 1974). Зона симпатрии с высокой долей этого вида в окрестностях г. Красноярска, вероятно, возникла в последние 5–7 лет, так как в предшествующие годы *I. p. occidentalis* на территории Красноярского края и других субъектов Восточной Сибири никогда и нигде в массовом количестве не регистрировали (Емельянова, Захлебная, 1969; Опыт создания ..., 1974; Хазова, 2007; Якименко и др., 2013; Филиппова, 2017).

При описании морфологической изменчивости экзоскелета имаго *I. p. occidentalis* данные по отдельным точкам и годам для каждого пола представлены в суммированном виде (табл. 2 и 3). Такой подход позволяет выявить типы наиболее распространенных нарушений строения тела и сравнить их встречаемость у этого вида с данными по *I. persulcatus* (Никитин, Морозов, 2016, 2017а; Nikitin, Morozov, 2017) и *I. p. pavlovskiyi*, особи которых были собраны нами на о-ве Русский (Приморский край).

У самок *I. p. occidentalis* зарегистрировано шесть типов аномалий строения экзоскелета (табл. 2). Наиболее часто встречается нарушение, которое названо «шагреновая кожа» (P9): фенотип с конгломератом выпуклостей и вдавлений на скутуме (рис. 1д). Строение особи без аномалий скутума приведено на рис. 1а. Именно аномалия P9 наиболее распространена в гемипопуляциях *I. persulcatus* (Никитин, Морозов, 2016, 2017а, 2017б), а также у особей из восточной части ареала *I. pavlovskiyi*.

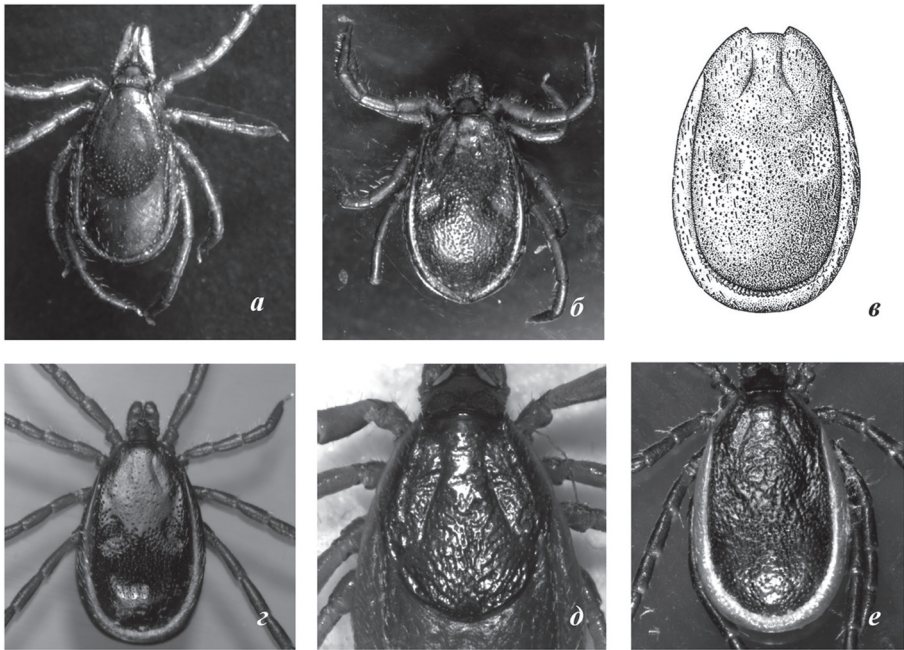
Аномалия P9 зарегистрирована у 34 самок *I. p. occidentalis*, что составляет  $11.6 \pm 1.87\%$  от всех исследованных особей, или  $77.3 \pm 6.32\%$  от числа клещей, имеющих нарушения строения тела. У самок *I. persulcatus* аномалия P9 наблюдается в гемипопуляциях азиатской части России с частотой от  $17.8 \pm 1.58$  до  $47.6 \pm 4.12\%$ . Таким образом, частота аномалии P9 у самок *I. p. occidentalis* близка к нижней границе проявления этого фенотипа у имаго таежного клеща, но значительно выше, чем у самок *I. p. pavlovskyi* ( $2.1 \pm 0.68\%$  из 437 исследованных особей).

**Таблица 2.** Встречаемость аномалий экзоскелета в выборках самок *Ixodes pavlovskyi occidentalis* (2017–2021 гг.)

**Table 2.** The incidence of abnormalities of the exoskeleton in the samples of male *Ixodes pavlovskyi occidentalis* (2017–2021)

Тип нарушения экзоскелета (обозначение типов аномалий по: Алексеев и др., 2008)	Число самок с аномалией, экз.	Встречаемость аномалии, % ( $\bar{X} \pm m$ )
Вмятина слева за цервикальной бороздой (P6)	2	$0.7 \pm 0.48$
Парные вдавления на одной из сторон скутума (P7)	8	$2.7 \pm 0.95$
Одиночное вдавление на одной из сторон скутума (P8)	4	$1.4 \pm 0.68$
Неровная поверхность скутума (P9)	34	$11.6 \pm 1.87$
Нарушение развития, затрагивающее одновременно два или более члеников одной ноги (P22)	1	$0.3 \pm 0.34$
Разрастание хитина	1	$0.3 \pm 0.34$
Самки с двумя аномалиями	4	$1.4 \pm 0.68$
Всего проанализировано самок	293	–
Всего особей с аномалиями	44	$15.0 \pm 2.09$
Число типов аномалий	6	–

Вторая по встречаемости у самок *I. p. occidentalis* является аномалия P7 – парные симметричные вдавления на обеих сторонах скутума (табл. 2). Она выявлена у 8 особей ( $2.7 \pm 0.95\%$  от числа исследованных). Кроме перечисленных, зарегистрированы две самки с аномалией P6 – двойными вдавлениями с одной стороны скутума и одна самка с аномалией P22 – нарушением развития члеников ног, а также четыре самки с P8 – одиночным вдавлением скутума. У одной самки наблюдали разрастание хитина скутума. Такая аномалия не включена в схему типизации, используемую нами при описании нарушений строения тела имаго иксодовых клещей (Алексеев и др., 2008).



**Рисунок 1.** Примеры аномалий экзоскелета, регистрируемых у *Ixodes pavlovskyi occidentalis*. Обозначения нарушений строения приведены по Алексеев и др., 2008: *а* – самка *I. p. occidentalis* без аномалий (Восточный Казахстан, 1968); *б* – самец *I. p. occidentalis* без аномалий (Восточный Казахстан, 1968); *в* – внешний вид спинной поверхности самцов *I. pavlovskyi* (Таежный клещ ..., 1985); *г* – самец *I. p. occidentalis*, хорошо видны парные вдавления на конскутуме (Новосибирск, 2017); *д* – самка *I. p. occidentalis* с аномалией скутума P9 – «шагреновая кожа» (Новосибирск, 2017); *е* – самец *I. p. occidentalis* с аномалией P9 на конскутуме (Красноярск, 2018). Экземпляры *а*, *б* определены и любезно предоставлены Н.А. Филипповой (Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург) для коллекции Иркутского научно-исследовательского противочумного института.

**Figure 1.** Examples of exoskeleton anomalies recorded in *Ixodes pavlovskyi occidentalis*. Designations of structural disorders are given according to the work of Alekseev et al. (2008): *a* – female *I. p. occidentalis* without abnormalities (East Kazakhstan, 1968); *b* – male *I. p. occidentalis* without abnormalities (East Kazakhstan, 1968); *v* – drawing of covers of the dorsal surface of males of *I. pavlovskyi* (Taiga tick..., 1985); *z* – male *I. p. occidentalis* with clearly visible paired indentations on the conscutum (Novosibirsk, 2017); *d* – female *I. p. occidentalis* with scutum anomaly P9 – “shagreen skin” (Novosibirsk, 2017); *e* – male *I. p. occidentalis* with P9 anomaly on the conscutum (Krasnoyarsk, 2018). Specimens *a*, *b* (from East Kazakhstan, 1968) identified and kindly provided by N.A. Filippova (Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg) for the collection of the Irkutsk Research Antiplague Institute.

У 44 из 293 исследованных самок *I. p. occidentalis* ( $15.0 \pm 2.09\%$ ) выявлено шесть типов аномалий экзоскелета. Это существенно меньше, чем у *I. persulcatus* в гемипопуляциях азиатской части России (Никитин, Морозов, 2016), но статистически достоверно больше ( $P < 0.001$ ), чем у самок *I. p. pavlovskiyi* ( $5.5 \pm 1.09\%$  из 437 исследованных).

Известно, что у самок *I. persulcatus* у одной особи могут быть одновременно две или очень редко три аномалии экзоскелета (Панова, 2011; Никитин, Морозов, 2016). В нашей выборке самок *I. p. occidentalis* у четырех особей ( $1.4 \pm 0.68\%$ ) отмечено по два нарушения строения тела: три особи с P9+P6 и одна особь с P9+P7. Интересно, что встречаемость самок с аномалиями строения тела несколько выше в сборах иксодовых клещей, проведенных вдоль автотрассы Новосибирск–Бердск, и меньше у особей из пригородов Красноярска, что может отражать степень антропогенного воздействия.

В выборке из 243 самцов *I. p. occidentalis* выявлено четыре типа аномалий экзоскелета (табл. 3). Как и у особей *I. p. pavlovskiyi*, большинство исследованных самцов *I. p. occidentalis* на поверхности идиосомы имели в задней части парные вдавления (рис. 1б–1з). В определителе Филипповой (1977) и монографии (Таежный клещ ..., 1985) изображена идиосома самца *I. p. pavlovskiyi* с парными вдавлениями (рис. 1в). Судя по фотографии особи, происходящей из западной части ареала вида (рис. 1з), можно считать, что рассматриваемый признак идентичен аномалии, выявляемой у самцов *I. persulcatus* (Алексеев и др., 2008; Никитин, Морозов, 2017а; Nikitin, Morozov, 2017). Вместе с тем, частота регистрации и форма вмятин у двух родственных видов различаются. У *I. p. occidentalis*, как и у *I. p. pavlovskiyi*, вмятины наблюдаются на конскутуме абсолютного большинства самцов (отсутствие признака выявлено у  $3.7 \pm 1.21\%$  особей). Именно поэтому уже в начале работ по доказательству валидности вида *I. pavlovskiyi* было приведено изображение этих вмятин (рис. 1в) (Филиппова, 1977; Таежный клещ ..., 1985). Следовательно, у *I. pavlovskiyi* данный фенотип должен рассматриваться как норма. У *I. persulcatus* фенотип с парными вдавлениями на конскутуме в гемипопуляциях из азиатской части России регистрировали у  $16.4 \pm 0.72\%$  самцов (Никитин, Морозов, 2017а). Форма вдавлений у *I. persulcatus* чаще всего выглядит как аккуратные округлые, симметричные ямки, с почти не нарушенной внутри них пунктировкой. У *I. pavlovskiyi* парные вдавления обычно имеют форму широких треугольников с неправильными очертаниями и нарушенной пунктировкой (рис. 1б, 1з, 1е).

**Таблица 3.** Встречаемость аномалий экзоскелета в выборках самцов *Ixodes pavlovskiy occidentalis* (2017–2021 гг.)

**Table 3.** Occurrence of exoskeleton abnormalities in samples of male *Ixodes pavlovskiy occidentalis* (2017–2021)

Тип нарушения экзоскелета самцов (обозначение типов аномалий по: Алексеев и др., 2008)	Число самцов с аномалией, экз.	Встречаемость аномалии, % ( $\bar{X} \pm m$ )
Неровная поверхность скутума (P9)	4	1.6±0.82
Одиночные вдавления на конскутуме (P12)	1	0.4±0.41
Деформация краевого валика, которая может сопровождаться вмятинами на конскутуме (P14)	2	0.8±0.58
Деформация вентральных щитков (P15)	1	0.4±0.41
Самцы с двумя аномалиями	0	0
Всего проанализировано самцов	243	–
Всего самцов с аномалиями	8	3.3±1.15
Число типов аномалий	4	–

Самым распространенным нарушением экзоскелета самцов *I. p. occidentalis*, как и самок, является аномалия P9: зарегистрирована у четырех клещей, что составляет 1.6±0.82% от числа исследованных самцов, или 50.0±17.7% от числа самцов, имеющих отклонения в строении (табл. 3; рис. 1e).

Второй по встречаемости аномалией у самцов *I. p. occidentalis* является изменение формы задней части тела (P14) – зарегистрировано два самца (0.8±0.58% от числа исследованных). Кроме того, выявлено по одной особи с аномалией P12 – вдавлением на конскутуме и аномалией P15 – деформацией вентральных щитков.

Всего самцов, имеющих нарушения строения экзоскелета, зарегистрировано восемь (3.3±1.15%). Имаго с двумя аномалиями одновременно отсутствовали.

Доля самцов *I. p. occidentalis* с аномалиями экзоскелета ниже, чем самок. Это также характерно для *I. p. pavlovskiy* и *I. persulcatus* (Никитин, Морозов, 2017б).

Встречаемость самцов *I. p. occidentalis* с аномалиями экзоскелета существенно меньше, чем в большинстве гемипопуляций *I. persulcatus* азиатской части России (Никитин, Морозов, 2017а, 2017б), но статистически достоверно не отличается от доли аномальных имаго у *I. p. pavlovskiy* (1.6±0.66% из 366 исследованных).



Таким образом, наблюдается значительное сходство по типам выявляемых аномалий в популяциях *I. persulcatus*, *I. ricinus* (Алексеев и др., 2008), а также *I. pavlovskiyi*. Это хорошо прослеживается по наиболее распространенным аномалиям экзоскелета: Р9 – преобладает в гемипопуляциях самок всех трех видов клещей; парные вдавления на конскутуме самцов для *I. pavlovskiyi* являются нормой строения тела, а для *I. persulcatus* и *I. ricinus* – часто встречаемыми нарушениями развития экзоскелета.

Следует подчеркнуть и определенное сходство частоты регистрации аномалий у представителей рода *Ixodes* в зависимости от климата в районе исследований. Ранее показано, что с увеличением географической широты (ростом континентальности климата) в популяциях *I. persulcatus* наблюдается увеличение доли взрослых особей с аномалиями экзоскелета (Панова, 2011; Никитин, Морозов, 2016, 2017а, 2017б). Не-что подобное проявляется и у *I. pavlovskiyi*: в гемипопуляциях подвида, обитающего в более высоких широтах (*I. p. occidentalis* с территории Сибири), выявлено больше взрослых самцов и самок с аномалиями экзоскелета, чем среди особей из более южных районов (*I. p. pavlovskiyi*, собранных на о-ве Русский, Приморский край).

Следовательно, изменчивость экзоскелета самок и самцов изученных представителей рода *Ixodes* характеризуется гомологией по типам аномалий, которые могут проявляться с разной частотой на уровне видов, подвигов и популяций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А.Н., Дубинина Е.В., Юшкова О.В. 2008. Функционирование паразитарной системы «клещ–возбудители» в условиях усиливающегося антропогенного пресса. СПб., Инсанта, 146 с. [Alekseev A.N., Dubinina N.V., Yushkova O.V. 2008. Functioning of the “ticks–pathogens” parasitic system under the influence of increasing anthropogenic pressing. St. Petersburg, Insanta, 146 pp. (in Russian)].
- Бардимашвили Э.А. 1997. Надсемейство Ixodoidea. Кадастр генетического фонда Кыргызстана. Бишкек, 2: 112–113. [Bardzimashvili E.A. 1997. Superfamily Ixodoidea. Cadastre of the genetic Fund of Kyrgyzstan. Bishkek, 2: 112–113. (in Russian)].
- Болотин Е.И., Колонин Г.В., Киселев А.Н., Матюшина О.А. 1977. Распространение и экология *Ixodes pavlovskiyi* (Ixodidae) в Сихотэ-Алине. Паразитология 11 (3): 225–229. [Bolotin E.I., Kolonin G.V., Kiselev A.N., Matjushina O.A. 1977. The distribution and ecology of *Ixodes pavlovskiyi* (Ixodidae) on Sykhote-Alin. Parazitologiya 11 (3): 225–229. (in Russian)].
- Гордейко Н.С. 2019. Клещи семейства Ixodidae Приморья: типы населения, паразито–хозяйные связи, инфицированность патогенами (на примере материковых и островных сообществ). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 22 с. [Gordeyko N.S. 2019. Ticks of the family Ixodidae of Primorye: population types, parasite-host relationships, infection with pathogens (on the example of mainland and island communities). Abstract of the dissertation of the candidate of biological Sciences. Irkutsk, 22 pp. (in Russian)].

- Елисеева И.И., Юзбашев М.М. 2004. Общая теория статистики: учебник. М., Финансы и статистика, 656 с. [Yeliseyeva I.I., Yuzbashev M.M. 2004. General Theory of Statistics. Moscow, Finance and Statistics, 656 pp. (in Russian)].
- Емельянова Н.Д., Захлебная О.Д. 1969. Некоторые данные об эктопаразитах Центральной части Восточного Саяна. Доклады научно-исследовательского противочумного института. 8: 287–289. [Emelyanova N.D., Zakhlebnyaya O.D. 1969. Some data on ectoparasites of the Central part of the Eastern Sayan. Reports of the Irkutsk Anti-Plague Institute 8: 287–289. (in Russian)].
- Ефимова А.Р., Дроздова О.М. 2017. Эпидемиологическая характеристика сочетанного природного очага иксодового клещевого боррелиоза и клещевого энцефалита в Кемеровской области. Эпидемиология и вакцинопрофилактика 16 (2): 70–75. [Efimova A.R., Drozdova O.M. 2017. Epidemiological characteristic of combined natural focus of Lyme borreliosis and tick-borne encephalitis in Kemerovo region. Epidemiology and Vaccinal Prevention 16 (2): 70–75. (in Russian)].
- Колонин Г.В. 1986. Материалы по фауне иксодовых клещей юга Приморского края. Паразитология 20 (1): 15–18. [Kolonin G.V. 1986. Materials on the fauna of Ixodid ticks in the South of the Primorye territory. Parazitologiya 20 (1): 15–18. (in Russian)]
- Коренберг Э.И., Помелова В.Г., Осин Н.С. 2013. Природноочаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. М., Комментарий, 464 с. [Korenberg E.I., Pomelova V.G., Osin N.S. 2013. Natural focal infections transmitted by Ixodid ticks. Moscow, Comment, 464 pp. (in Russian)].
- Ливанова Н.Н., Ливанов С.Г., Панов В.В. 2011. Особенности распределения клещей *Ixodes persulcatus* и *Ixodes pavlovskyi* на границе лесной и лесостепной зон Приобья. Паразитология 45 (2): 94–103. [Livanova N.N., Livanov S.G., Panov V.V. 2011. Features of distribution of *Ixodes persulcatus* and *Ixodes pavlovskyi* ticks on the border of forest and forest-steppe zones of the Ob region. Parazitologiya 45 (2): 94–103. (in Russian)].
- Ливанова Н.Н., Тикунова Н.В., Ливанов С.Г., Фоменко Н.В. 2012. Определение видовой принадлежности клещей *Ixodes persulcatus* и *Ixodes pavlovskyi occidentalis* (Ixodidae) на основании результатов анализа фрагментов гена COI (цитохромоксидазы I). Паразитология 46 (5): 340–349. [Livanova N.N., Tikunova N.V., Livanov S.G., Fomenko N.V. 2012. Identification of *Ixodes persulcatus* and *Ixodes pavlovskyi occidentalis* (Ixodidae) by the analysis of the gene fragment COI (Cytochrome Oxidase Subunit I). Parazitologiya 46 (5): 340–349. (in Russian)].
- Малькова М.Г., Якименко В.В., Танцев А.К. 2012. Изменение границ ареалов пастбищных иксодовых клещей рода *Ixodes* Latr., 1795 (Parasitiformes, Ixodidae) на территории Западной Сибири. Паразитология 46 (5): 369–383. [Malkova M.G., Yakimenko V.V., Tancev A.K. 2012. Changes in the ranges of pasture Ixodid ticks of the genus *Ixodes* Latr., 1795 (Parasitiformes, Ixodinae) in Western Siberia. Parazitologiya 46 (5): 369–383. (in Russian)].

- Морозов И.М., Алексеев А.Н., Дубинина Е.В., Никитин А.Я., Мельникова О.В., Андаев Е.И. 2015. Полиморфизм фенотипической структуры популяции таежного клеща и его эпидемиологическое значение. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни* 3: 42–45. [Morozov I.M., Alekseev A.N., Dubinina N.V., Nikitin A.Ya., Melnikova O.V., Andaev E.I. 2015. Polymorphism of the phenotypic structure of the taiga tick population and its epidemiological significance. *Medical parasitology and parasitic diseases* 3: 42–45. (in Russian)].
- Никитин А.Я., Морозов И.М. 2016. Аномалии экзоскелета самок в популяциях таежного клеща азиатской части России. *Паразитология* 50 (5): 395–403. [Nikitin A.Ya., Morozov I.M. 2016. Exoskeleton anomalies in tick females from populations of the Asian part of Russia. *Parazitologiya* 50 (5): 395–403. (in Russian)].
- Никитин А.Я., Морозов И.М. 2017а. Аномалии экзоскелета самцов в популяциях таежного клеща азиатской части России. *Паразитология* 51 (1): 39–44. [Nikitin A.Ya., Morozov I.M. 2017a. Exoskeleton anomalies in tick males from populations of the Asian part of Russia. *Parazitologiya* 51 (1): 39–44. (in Russian)].
- Никитин А.Я., Морозов И.М. 2017б. Географическая изменчивость экзоскелета таежного клеща. *Медицинская паразитология и паразитарные болезни* 3: 28–32. [Nikitin A.Ya., Morozov I.M. 2017b. Geographical variability of the taiga tick exoskeleton. *Medical parasitology and parasitic diseases* 3: 28–32. (in Russian)].
- Опыт создания карты иксодовых клещей Азиатской России. 1974. / Прохоров Б.Б. (ред.). Иркутск, Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО РАН, 84 с. [Experience in creating a map of Ixodid ticks in Asiatic Russia. 1974. Prokhorov B.B. (ed.). Irkutsk, Institute of Geography of Siberia and the Far East of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 84 pp. (in Russian)].
- Панова Т.С. 2011. Экологические и морфологические особенности популяций таежного клеща в контрастных условиях обитания (на примере территорий юга и севера Иркутской области). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 19 с. [Panova T.S. 2011. Ecological and morphological features of taiga tick populations in contrasting habitat conditions (on the example of the territories of the south and north of the Irkutsk region). Abstract of the dissertation of the candidate of biological Sciences. Irkutsk, 19 pp. (in Russian)].
- Первомайский Г.С. 1954. Изменчивость пастбищных клещей (Acarina, Ixodidae) и значение её для систематики. *Труды Всесоюзного энтомологического общества* 44: 62–201. [Pervomaisky G.S. 1954. Variability of pasture ticks (Acarina, Ixodidae) and its significance for taxonomy. *Proceedings of the All-Union Entomological Society* 44: 62–201. (in Russian)].
- Померанцев Б.И. 1950. Иксодовые клещи (Ixodidae). *Фауна СССР. Паукообразные. М.–Л., АН СССР*, 4 (2), 224 с. [Pomerancev B.I. 1950. Ixodid ticks (Ixodidae). *Fauna of the USSR. Arachnoidea. Moscow – Leningrad, Publishing house of the USSR Academy of Sciences, Vol. 4, Issue 2, 224 pp. (in Russian)].*
- Романенко В.Н. 2011. Многолетняя динамика численности и видового состава иксодовых клещей (Ixodidae) на антропогенно нарушенных и естественных территориях. *Паразитология*, 45 (5): 384–391. [Romanenko V.N. 2011. Long-term dynamics of abundance and species composition of Ixodid ticks (Ixodidae) in anthropogenically disturbed and natural areas. *Parasitology* 45 (5): 384–391. (in Russian)].

- Таежный клещ *Ixodes persulcatus* Schulze (Acarina, Ixodidae). Морфология, систематика, экология, медицинское значение. 1985. / Филиппова Н.А. (ред.). Л., Наука, 416 с. [Taiga tick *Ixodes persulcatus* Schulze (Acarina, Ixodidae). Morphology, systematics, ecology, medical significance. 1985. / Filippova N.A. (ed.). Leningrad, Nauka, 416 pp. (in Russian)].
- Ушакова Г.В., Филиппова Н.А. 1968. О видах группы *Ixodes persulcatus* (Parasitiformes, Ixodidae). II. К экологии *I. pavlovskyi* Pom. в Восточном Казахстане. Паразитология, 2 (4): 334–338. [Ushakova G.V., Filippova N.A. 1968. On the species of the group *Ixodes persulcatus* (Parasitiformes, Ixodidae). II. To the ecology of *I. pavlovskyi* Pom. in Eastern Kazakhstan. Parazitologiya 2 (4): 334–338. (in Russian)].
- Филиппова Н.А. 1977. Иксодовые клещи. Подсемейство Ixodinae. Фауна СССР. Паукообразные. Л., Наука, 4 (4), 396 с. [Filippova N.A. 1977. Ixodid ticks. Subfamily Ixodinae. Fauna of the USSR. Arachnoidea. Leningrad, Nauka, Vol. 4, Issue 4, 396 pp. (in Russian)].
- Филиппова Н.А. 2017. История ареала у иксодовых клещей (Acarina, Ixodidae) –переносчиков возбудителей природноочаговых болезней как один из факторов формирования их внутривидового биоразнообразия. Энтомологическое обозрение 96 (1): 157–184. [Filippova N.A. 2017. The history of the range of Ixodid ticks (Acarina, Ixodidae) – carriers of pathogens of natural focal diseases as one of the factors in the formation of their intraspecific biodiversity. Entomological review 96 (1): 157–184. (in Russian)].
- Филиппова Н.А., Панова И.В. 1998. Географическая изменчивость всех активных фаз онтогенеза как основа для оценки внутривидовой таксономической структуры *Ixodes pavlovskyi* (Ixodidae). Паразитология 32(5): 396–411. [Filippova N.A., Panova I.V. 1998. Geographical variability of all active phases of ontogeny as a basis for evaluating the intraspecific taxonomic structure of *Ixodes pavlovskyi* (Ixodidae). Parazitologiya 32 (5): 396–411. (in Russian)].
- Филиппова Н.А., Ушакова Г.В. 1967. О видах группы *Ixodes persulcatus* (Ixodidae, Parasitiformes). *I. pavlovskyi* Pom. в Восточном Казахстане: переописание самки и описание самца. Паразитология 1 (4): 269–278. [Filippova N.A., Ushakova G.V. 1967. About the species of the *Ixodes persulcatus* group (Ixodidae, Parasitiformes). I. *I. pavlovskyi* Pom. in Eastern Kazakhstan; re-description of the female and description of the male. Parazitologiya 1 (4): 269–278. (in Russian)].
- Хазова Т.Г. 2007. Эколого-паразитологическая характеристика природных очагов клещевого энцефалита в Красноярском крае. Бюллетень СО РАМН 126 (4): 94–99. [Khazova T.G. 2007. Ecological and parasitological characteristics of natural foci of tick-borne encephalitis in the Krasnoyarsky Krai. Bulletin of the Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences 126 (4): 94–99. (in Russian)].
- Чигирик Е.Д., Селютина И.А., Бирюкова М.Т., Бирюкова М.Т., Истраткина С.В. 1974. Обнаружение очагов высокой численности клещей *Ixodes pavlovskyi* Pom. (Parasitiformes, Ixodidae) и спонтанная зараженность их вирусом клещевого энцефалита. Паразитология 8 (2): 181–182. [Chigirik E.D., Selyutina I.A., Biryukova M.T., Istratkina S.V. 1974. The finding of a foci of great abundance of ticks *Ixodes pavlovskyi* Pom. (Parasitiformes, Ixodidae) and their spontaneous infection with the tick-borne encephalitis virus. Parazitologiya 8 (2): 181–183. (in Russian)].

- Чичерина Г.С., Морозова О.В., Панов В.В., Романенко В.Н., Бахвалов С.А., Бахвалова В.Н. 2015. Сравнительный анализ зараженности голодных иксодовых клещей *Ixodes pavlovskiyi* Pomerantsev 1946 и *Ixodes persulcatus* Schulze вирусом клещевого энцефалита в зоне симпатрии их ареалов. Эпидемиология и инфекционные болезни 20 (1): 20–26. [Chicherina G.S., Morozova O.V., Panov V.V., Romanenko V.N., Bakhvalov S.A., Bakhvalova V.N. 2015. Comparative analysis of the tick-borne encephalitis virus (TBEV) infection of unfed adult Ixodid ticks *Ixodes pavlovskiyi* Pomerantsev 1946 and *Ixodes persulcatus* Schulze in the area of sympatria of their natural habitats. Epidemiology and Infectious Diseases 20 (1): 20–26. (in Russian)]. DOI: 10.17816/EID40837
- Щучинова Л.Д. 2014. Встречаемость иксодовых клещей с аномалиями экзоскелета и их зараженность вирусом клещевого энцефалита в Республике Алтай. Российский паразитологический журнал 2: 18–21. [Sshuchinova L.D. 2014. Occurrence of Ixodid ticks with exoskeleton anomalies and their infection with tick-borne encephalitis virus in the Altai Republic. Russian Journal of Parasitology 2: 18–21. (in Russian)].
- Якименко В.В., Малькова М.Г., Шпынов С.Н. 2013. Иксодовые клещи Западной Сибири: фауна, экология, основные методы исследования. Омск, Изд-во ООО ИЦ «Омский научный вестник», 240 с. [Yakimenko V.V., Malkova M.G., Shpynov S.N. 2013. Ixodid ticks of Western Siberia: fauna, ecology, main research methods. Omsk, Publishing house Omsk scientific Bulletin, 240 pp. (in Russian)].
- Alekseev A.N., Dubinina H.V. 1996. Some aspects of mite (Oppiidae) and tick (Ixodidae) pathology as a result of antropogenic pressure. Acarology 7: 117–120.
- Chitimia-Dobler L., Bestehorn M., Bröker M., Borde J., Moleaanyi T., Adersen N.S., Pfeffer M., Dobler G. 2017. Morphological anomalies in *Ixodes ricinus* and *Ixodes inopinatus* collected from tick-borne encephalitis natural foci in Central Europe. Experimental and Applied Acarology 72: 379–397.
- Dubinina H.V., Alekseev A.N., Svetashova E.S. 2004. New *Ixodes ricinus* tick populations appearing as a result of, and tolerant to, cadmium contamination. Russian Journal of Acarology 12 (2): 141–149.
- Korenberg E.I., Nefedova V.V., Romanenko V.N., Gorelova N.B. 2010. The tick *Ixodes pavlovskiyi* as a host of spirochetes pathogenic for humans and its possible role in the epizootiology and epidemiology of borrelioses. Vector borne zoonotic diseases 19 (5): 453–458.
- Nakao M., Miyamoto K., Kitaoka S. 1992. A new record of *Ixodes pavlovskiyi* Pomerantzev from Hokkaido, Japan (Acari: Ixodidae). Japan Journal Sanitary Zoology 43 (3): 229–234.
- Nikitin A.Ya., Morozov I.M. 2017. Exoskeleton anomalies in Taiga tick males from populations of the Asian part of Russia. Entomological Review 97 (2): 251–254.
- Romanenko V., Leonovich S., Shcherbakov M. 2016. Horizontal migrations of the tick *Ixodes pavlovskiyi* toward a pedestrian walkway in an urban biotope (Tomsk, Western Siberia). Ticks and Tick-borne diseases 7: 1035–1043.
- Zharkov S.D., Dubinina H.V., Alekseev A.N., Jensen P.M. 2000. Anthropogenic pressure and changes in Ixodes tick populations in the Baltic region of Russia and Denmark. Russian Journal of Acarology 8: 137–141.

EXOSKELETAL ANOMALIES IN *IXODES PAVLOVSKYI OCCIDENTALIS*  
(PARASITIFORMES, IXODIDAE)

A. Ya. Nikitin, Yu. A. Verzhutskaya, I. M. Morozov,

A. B. Timoshkin,

V. V. Panov, V. Yu. Kolesnikova

**Keywords:** anomalies of the exoskeleton, *Ixodes pavlovskyi*, population structure

SUMMARY

The types of exoskeletal abnormalities and their frequency are described in 293 females and 243 males of *Ixodes pavlovskyi occidentalis* Filippova et Panova, 1998, collected by flagging from vegetation in the suburbs of Novosibirsk, Berdsk, and Krasnoyarsk in 2017–2021. Six types of exoskeletal abnormalities were detected in 44 females of *I. p. occidentalis* (15.0±2.09%). The most frequent damage of the scutum surface is "shagreen skin" (77.3±6.32% of the number of tick individuals with exoskeletal disorders). Four females (1.4±0.68%) were registered with two body abnormalities at the same time. Four types of abnormalities were detected in eight individuals of male *I. p. occidentalis* (3.3±1.15%), which is significantly less than in females. Most males of *I. p. occidentalis* had paired depressions on the conscutum, so this trait was considered the norm of structure in this species, whereas in *Ixodes persulcatus* Schulze, 1930, this phenotype is the most common type of exoskeletal disorders. No males of *I. p. occidentalis* with two anomalies were registered. Similarity of types of exoskeleton abnormalities in *I. pavlovskyi*, *I. persulcatus* and *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758) was registered. The frequency of exoskeletal disorders in females and males of *I. p. occidentalis* is less than in populations of *I. persulcatus* from the Asian part of Russia, but exceeds than in *I. p. pavlovskyi*.

Thus, the proportion of individuals with anomalies in *I. persulcatus* and *I. pavlovskyi* in populations from higher latitudes with a continental climate (Siberia) is higher than in ticks living to the South (Primorsky Territory, Russian Island).