

ЭКТОПАРАЗИТЫ И ВИРУСЫ РУКОКРЫЛЫХ РОССИЙСКОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

С.В. Леншин^{1,5}, А.В. Ромашин^{2,6}, О.И. Вышемирский^{3,7}, С.В. Альховский⁴

¹Сочинское отделение ФКУЗ «Причерноморская противочумная станция» Роспотребнадзора, 354054, ул. Тоннельная д.19, г. Сочи, Россия. E-mail: lenshin-s@mail.ru

²Сочинский национальный парк, ул. Московская, д. 21, г. Сочи, 354002, Россия. E-mail: romashin@sochi.com

³ФГБУ «Научно-исследовательский институт медицинской приматологии», ул. Мира, д.163, г. Сочи, 354376, Россия. E-mail: olegyushem@gmail.com

⁴ФГБУ "Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи" Минздрава России, ул. Гамалеи, д.16, г. Москва, 123091, Россия. E-mail: salkh@ya.ru

⁵ORCID iD : <https://orcid.org/0000-0003-4751-1484>

⁶ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6815-2869>

⁷ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5345-8926>

Ключевые слова: рукокрылые, эктопаразиты, векторы, вирусы, Сочинский национальный парк

Аннотация. Векторная роль эктопаразитов летучих мышей не вызывает сомнения. Исследована экстенсивность и интенсивность зараженности троглофильных рукокрылых в российском Причерноморье. Выявлены карстовые полости наиболее опасные для посещения, с точки зрения риска быть вовлеченными в циркуляцию природных штаммов коронавирусов.

BATS ECTOPARASITES AND VIRUSES OF THE RUSSIAN BLACK SEA REGION

S.V. Lenshin¹, A.V. Romashin², O.I. Vishemirskiy³, S.V. Alkhovskiy⁴

¹Black Sea Antiplague Station of Rospotrebnadzor, Tonnelnaya str., 19, Sochi, Russian Federation.

²Sochi National Park, Moskovskaya str., 21, Sochi, Russian Federation.

³Scientific Research Institute of Medical Primatology of Russian Academy of Science, Mira Str., 163, Sochi, Russian Federation.

⁴National Research Center for Epidemiology and Microbiology named after N.F. Gamalei, Gamalei str., 16, Moscow, Russian Federation.

Keywords: bats, ectoparasites, vectors, viruses, Sochi national park

Summary. The vector role of bats ectoparasites does not raise doubts. The extensiveness and intensity of contamination of troglomorphic bats in the Russian Black Sea Coast is investigated. Karst cavities the most dangerous to visit by their people are revealed in terms of to be involved in epidemic process.

Введение

Рукокрылые Причерноморья, помимо того, что из 24 видов, обитающих здесь, многие являются уязвимыми и редкими (Красная книга Российской Федерации, 2021; Красная книга Краснодарского края, 2017), могут являться и векторами опасных инфекций (Леншин и др. 2021; Alkhovsky et al. 2022).

Летучие мыши принимают на себе многочисленные эктопаразитические группы, такие как кровососки (*Diptera: Nycteribiidae* и *Streblidae*), клопы (*Hemiptera: Cimicidae* и

Polycetenidae), мухи (*Siphonaptera: Ischnopsyllidae*), несколько специализированных паукообразных (*Mesostigmata: Spinturnicidae*) и клещей (например, *Argas* spp., *Carios* spp., *Ixodes* spp., и *Ornithodoros* spp.) (Szentiványi et al. 2019). Имеющиеся подтвержденные случаи укуса людей эктопаразитами указывают на потенциальность передачи патогенов человеку.

Видовое богатство эктопаразитов и вирусов оказалось положительно скоррелировано, что также предполагает векторную роль эктопаразитов для вирусов. Кровососки (*Diptera*: семейства *Nycteribiidae* и *Streblidae*) – облигатные, гематофагозные эктопаразиты летучих мышей, насчитывающие ~500 описанных видов. У кровососок летучих мышей был обнаружен значительный спектр паразитических организмов, включая бактерии, паразиты крови, грибы и вирусы.

Согласно последнему метааналитическому обзору (Szentiványi et al. 2019), в Западной Европе и Балканских странах описано много видовых ассоциаций кровососок-микроразитов. В то время, как по странам, прилегающим с севера, востока и юга к Черному морю, таких данных не много (Забашта и др. 2019). Всего для Северного Кавказа указывалось нахождение 7 видов подсемейства *Nycteribiinae* (Farafonova, Gornostaev, 2018).

Большинство сообщений о вирусах у кровососок летучих мышей появилось относительно недавно, поэтому существует высокая вероятность, что количество изолированных вирусов в эктопаразитах рукокрылых может увеличиться в будущем.

У *Miniopteridae*, из которых в Сочинском национальном парке (СНП) обитает лишь обыкновенный длиннокрыл (*Miniopterus schreibersii*, Kuhl, 1817 (рис. 1)), имеется наибольшее наблюдаемое соотношение видов мышей, инфицированных кровососками с паразитирующими на них микроразитами. Кроме того, *Miniopteridae* считаются недостаточно представленными в вирусных исследованиях, поэтому больше патогенов, как ожидается, остается еще не обнаруженными именно у них.

Материал и методика

В период с 2020 по конец 2022 г. в 12 пещерах было отловлено 334 особи 8 видов рукокрылых (Бобринский и др. 1965; Кожурина, 2009), с них собрано 248 экз. эктопаразитов, которые определялись (Определитель насекомых Дальнего Востока России, 1999), а рукокрылые отпускались. 5 пещер обследовано повторно, остальные 7 однократно.

Результаты и обсуждение

Видовое разнообразие эктопаразитов на рукокрылых на территории г. Сочи и СНП было представлено 2 видами клещей (*Ixodes vespertilionis* Koch 1844 и *Argas (Carios) vespertilionis* Latreille 1802) и 1 видом кровососок (*Nycteribia latreilli* Leach. 1817). Последняя впервые для Северного Кавказа была указана в 2018 г. (Farafonova, Gornostaev, 2018). По численности кровососки в нашем исследовании за 3 года в 3 раза преобладали над клещами (177 и 66). Среди последних гамазовые немного доминировали над иксодовыми (36 и 30). Преобладание по численности и распространенности (экстенсивности) кровососок среди эктопаразитов на рукокрылых в СНП и на городской территории укладывается в общемировую тенденцию (Szentiványi et al. 2019).

Попытка выяснить, связана ли зараженность с количеством обнаруженных особей в убежищах по данным полученным в 2020-2022 гг. по троглофильным видам рукокрылых (малый, большой подковоносы и длиннокрыл), дала неоднозначный результат: корреляция у большого подковоноса отсутствовала, а у малого, она была слабоотрицательная не значимая.

Между тем, малый подковонос (рис. 1), по нашим и наблюдениям многих хироптерологов, не выделяется социальностью (Иваницкий, 2018). За исключением материнских колоний, которые летом представлены в убежищах диффузно располагающимися самками, самцы ведут большую часть года одиночный образ жизни, чем ослабляется потенциал обмена эктопаразитами у этого вида.



Рис. 1. Маленький подковонос и собранные для определения клещи.

Большие подковоносы более социальны, что выражается у них даже в коллективной охоте и богатом спектре социальных сигналов, обнаруженных в материнских колониях (Andrews, Andrews 2003).

Установленная линейная зависимость зараженности и численности длиннокрылов в убежище связана с их высокой социальностью (рис.2).



Рис.2. Зараженность эктопаразитами длиннокрылов (Y-%) в связи с их количеством на убежище (X-ос.).

У больших подковоносов такой явной линейной зависимости не наблюдается (рис. 3), хотя группируемость у них в крупные компактные скопления проявляется более явно в самую холодную часть года.



Рис. 3. Зараженность эктопаразитами большого подковоноса (Y - %) в связи с их количеством на убежище (X -ос.).

Таким образом, зараженность эктопаразитами и, соответственно, возможность длительной циркуляции микропатогенов в условиях Черноморского побережья, более высока у троглофильных видов, которым присуща большая социальность и скученность в традиционных убежищах-подземельях – у длиннокрылов и больших подковоносов.

Это подтверждается и полученными данными по носительству коронавируса большим подковоносом в пещ. Колокольная (62% положительных особей), одной из самых крупных в СНГ колоний этого вида (Леншин и др. 2022), а также и данными о носительстве филовирюсов длиннокрылыми в Венгрии (Kemenesi et al. 2022).

Исходя из ранее опубликованной схемы (рис. 4) видового сходства фаун рукокрылых (Иваницкий, 2018) в районах, прилегающих к Черноморскому бассейну, можно полагать, что историческая связь природных инфекционных очагов в популяциях рукокрылых в Причерноморском регионе проходит через Колхиду (подтверждается недавней публикацией грузинских авторов (Urushadze et al. 2022)) и северное побережье Турции в страны Эгейского побережья на Балканы и в Трансильванию.

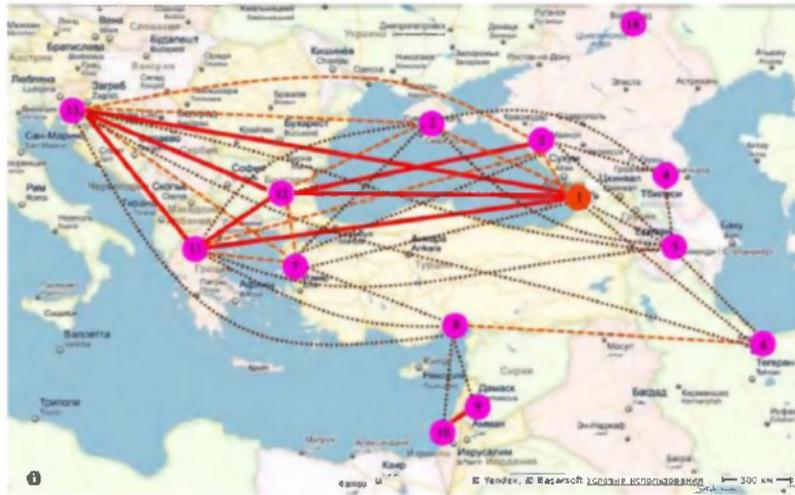


Рис.4. Сходство фаун рукокрылых в причерноморско-средиземноморском регионе (из Иваницкий 2018).

По данным 2020-22 гг. выявлена слабая связь зараженности эктопаразитами летучих мышей с длиной предплечья (безотносительно к видовой принадлежности, $r^2 = -0.37$; $\alpha = 0.05$). Т.е. чем крупнее летучая мышь, тем в среднем на ней встречено и больше особей эктопаразитов. Но по отдельности в рамках каждого из 3х троглофильных видов (большой ($n=140$ ос.) и малый ($n=48$ ос.) подковоносы, длиннокрыл ($n=23$ ос.) без разделения по полу, такой связи не выявлено, хотя она близка к границе значимости. Это связано с тем, что у рукокрылых, обладающих значительной продолжительностью жизни, такой же чертой обладают и их эктопаразиты. Например, по некоторым кровососкам установлено, что самка рождает и носит в себе относительно длительное время всего одну личинку, которая питается выделением ее желез, растет и трижды линяет (Nosokawa et al. 2021; Morse et al. 2012; Morse et al. 2013) до выхода во внешнюю среду, что обеспечивает ей высокую выживаемость. При низкой плодовитости и рукокрылых, и кровососок численность вторых, а поэтому и интенсивность зараженности, будут слабо варьировать во времени. В то время как экстенсивность более зависит от воздействия внешних факторов (холодная погода, наличие крупных сухих полостей), определяющих показатель скученность зверьков в убежищах.

Последнее обследование колонии южного подковоноса (*Rhinolophus euryale* BLASIUS, 1853, (рис. 5) в пещ. Мордвиновская выявило высокий уровень интенсивности зараженности всеми эктопаразитами, в особенности, кровососками (интенсивность зараженности = 2.8 ± 0.1). На одной особи было отловлено даже 10 экземпляров.



Рис. 5. Южный подковонос и длиннокрыл с кровосоской.

Для оценки опасности в отношении посещаемости людьми пещер СНП, заселенных рукокрылыми, информация была ранжирована по степени представляемого в них эпид-риска (табл. 2). При этом, в первую очередь, учитывалась экстенсивность и интенсивность зараженности эктопаразитами, а также размер выборки.

Таблица 2. Четыре из обследованных пещер выделяющиеся по заселенности рукокрылых эктопаразитами. В числителе - экстенсивность (%) / интенсивность зараженности (особей эктопаразитов), в знаменателе - особей рукокрылых

Годы	2020	2021	2022	Средний показат. зараженности	Степень опасности	Примечание
Чертова Нора	44/0.94 13	-	71/2.15 7	54/1.36 20	1	Посещается неорганизованными туристами
Колокольная	46/0.92 28	36/0.51 62	-	39/0.64 90	2	Посещается неорганизованными туристами
Воронцовская	-	21/0.54 24	46/0.82 11	29/0.63 35	3	Открыта для массового посещения, находится в аренде
Мордвиновская			19.6/2.8 45	19.6/2.8 45	4	Посещается неорганизованными туристами

Выводы

Зараженность эктопаразитами и, соответственно, возможность длительной циркуляции микропатогенов в условиях Черноморского побережья явно более высока у троглофильных видов (длиннокрылов, южного и большого подковоносов), для которых характерна высокая численность и скученность в их убежищах-подземельях.

Зараженность эктопаразитами по территории Сочинского национального парка и города растет с северо-запада на юго-восток синхронно с увеличением площади закарстованных участков (числа и размера пещер), плотности людского населения, последнее не может не вызывать озабоченность. Высокая интенсивность зараженности эктопаразитами южного подковоноса на фоне распространения его ареала на северо-запад вдоль Причерноморья (связанное, скорее всего, с глобальными изменениями климатических параметров) должна привлекать внимание эпидемиологов. Однако, опыт уничтожения рукокрылых в убежищах, предпринятый в одной из стран Африки для ликвидации очага вируса Эбола вблизи деревни, не дал результата: очаг сохранился, т.к. освободившееся убежище было быстро занято другими конкурирующими за убежище рукокрылыми. В этом плане мониторинг зараженности рукокрылых, сопровождающийся ручным сбором с них эктопаразитов, несмотря на то, что это, может показаться парадоксальным, реально снижает численность паразитических членистоногих, обеспечивающих циркулирование инфекции в популяции вида-рукокрылого. Причем производимый на летучих мышах «пилинг» у многих из них, как можно было заметить, вызывает положительные эмоции.

Список литературы

Бобринский Н.А., Кузнецов Б.А., Кузякин А.П., 1965. Определитель млекопитающих СССР. М.: Просвещение. 379 с.

Забашта М.В., Орлова М.В., Пичурина Н.Л., Хаметова А.П., Романова Л.В., Бородин Т.Н., Забашта А.В., 2019. Участие летучих мышей (Chiroptera, Mammalia) и их эктопаразитов в циркуляции возбудителей природно-очаговых инфекций на юге России // Паразитология. Т. 53, № 1. С. 3-13.

Иваницкий А.Н., 2018. Рукокрылые (Chiroptera) Абхазии и сопредельных территорий (фауна, экология, зоогеография, охрана). Симферополь: ИТ «АРИАЛ». 156 с.

Кожурина Е.И., 2018. Конспект фауны рукокрылых России: систематика и распространение // Plescotus. 14. С. 71-105.

Красная книга Краснодарского края. Животные, 2017. III издание. Краснодар: Адм. Краснодарского края. 720 с.

Красная книга Российской Федерации. Том «Животные», 2021. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология». 1128 с.

Леншин С.В., Альховский С.В., Ромашин А.В. 3, Вишневская Т.В., Вышемирский О.И., Булычева Ю.И., Львов Д.К., Гительман А.К., Лапин Б.А., 2021. SARS-подобные коронавирусы летучих мышей Подковоносов (*Rhinolophus* spp.) в России // IV Международная научная конференция «Фундаментальные и прикладные аспекты медицинской приматологии». Сочи-Адлер. С. 161-168.

Леншин С.В., Альховский С.В., Ромашин А.В., Вишневская Т.В., Вышемирский О.И., Булычева Ю.И., Львов Д.К., Гительман А.К., Лапин Б.А., 2022. Выявление SARS-подобных коронавирусов у летучих мышей подковоносов (*Rhinolophus* spp.) в Сочи // Актуальные вопросы экспериментальной биологии и медицины. Материалы юбилейной научно-практической конференции «ИЭПИТ2022. Вчера, сегодня, завтра». Сухум. С. 162-166.

Определитель насекомых Дальнего Востока России, 1999 / Под общ. ред. П. А. Лера. Т. 6, Ч. 1. Двукрылые и блохи. Владивосток: Дальнаука. 665 с.

Alkhovsky S., Lenshin S., Romashin A., Vishnevskaya T., Vyshemirsky O., Bulycheva Yu., Lvov D., Gitelman A., 2022. 2SARS-like Coronaviruses in Horseshoe Bats (*Rhinolophus* spp.) in Russia // *Viruses*. 14. P. 113. <https://doi.org/10.3390/v14010113>.

Andrews M.M., Andrews P.T., 2003. Ultrasound social calls made by greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*) in a nursery roost // *Acta Chiropterologica*. Vol. 5, № 2. P. 221–234.

Farafonova G.V., Gornostaev N.G., 2018. Review of nycteribiid flies (Diptera: Nycteribiidae) of Russia // *Russian Entomol. J.* Vol. 27, № 4. P.435–438. doi: 10.15298/rusentj.27.4.11

Hosokawa T, Nikoh N, Koga R, Satô M, Tanahashi M, Meng XY, et al., 2012. Reductive genome evolution, host-symbiont co-speciation and uterine transmission of endosymbiotic bacteria in bat flies // *ISME J.* №6. P. 577–587.

Kemenesi G., Tóth G. E., Mayora-Neto M, Scott S., Temperton N., Wright E., Mühlberger E., Hume A. J., Suder E. L., Zana B., Boldogh S.A., Görföl T., Estók P., Szentiványi T., Zsófia Lanszki, Balázs A. Somogyi, Ágnes Nagy, Csaba I. Pereszlényi, Gábor Dudás, Fanni Földes, Kornélia Kurucz, Mónika Madai, Safia Zeghibib, Piet Maes, Bert Vanmechelen & Ferenc Jakab, 2019. Isolation of infectious Lloviu virus from Schreiber's bats in Hungary // *Front. Vet. Sci.* № 6 P. 115. doi: 10.3389/fvets.2019.00115.

Morse S.F, Dick C.W, Patterson B.D, Dittmard K., 2012. Some like it hot: evolution and ecology of novel endosymbionts in bat flies of cave-roosting bats (Hippoboscoidea, Nycterophilii-nae) // *Appl. Environ. Microbiol.* Vol. 78. P. 8639–8649.

Szentiványi T., Christie P., Glaizot O., 2019. Bat flies and their microparasites: current knowledge and distribution. doi: 10.3389/fvets.2019.00115, 12 p.

Urushadze L., Babuadze G., Shi Mang, Escobar L.E., Mauldin M.R., Natradeze I., Machablishvili A., Kutateladze T., Imnadze P., Nakazawa Y., Velasco-Villa A., 2022. A cross sectional sampling reveals novel Coronaviruses in Bat populations of Georgia // *Viruses*. № 14. P. 16.