

УДК 576.895.42 + 598.8

### ГИСТОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЖИ ПТИЦ В МЕСТАХ ПИТАНИЯ КЛЕЩЕЙ РОДА IXODES (ACARI: IXODIDAE)

© Л. А. Григорьева

Исследованы изменения в коже воробьиных (Passeriformes) при питании личинок и нимф *Ixodes persulcatus* на примере *Anthus trivialis*, *Erithacus rubecula*, *Fringilla coelebs*, *Prunella modularis*, *Pyrrhula pyrrhula*, *Sylvia borin*, *Turdus iliacus*, *T. merula*, *T. philomelos*, *T. pilaris*. Изучена гистопатология кожи *Riparia riparia* при паразитировании личинок, нимф и самок *I. lividus*. Воспаление кожи птиц в местах прикрепления и питания клещей аналогично наблюдаемому у млекопитающих. Ротовые органы клеща окружены фибриновым конусом и коллагеновой капсулой, которые образует хозяин. Цементный футляр клещи не формируют. При воспалении кожи у птиц выражена пролиферация, в результате которой развивается толстая коллагеновая капсула. Пищевая полость образуется при насасывании крови, воспалительного клеточного инфильтрата и продуктов лизиса тканей. В воспалительном клеточном инфильтрате преобладают нейтрофилы и эозинофилы.

Иксодовых клещей подсем. Ixodinae, паразитирующих на птицах, можно разделить на две экологические группы. Первая объединяет паразитов гнездово-норового типа, таких как *Ixodes uriae* White, 1852, хозяевами которого являются морские птицы (Карпович, 1970), или *I. lividus* Koch, 1844, обитающего в гнездах береговой ласточки — *Riparia riparia* (L.) (Глашинская-Бабенко, 1956). Им свойственно строгое соответствие жизненному циклу хозяев. Во вторую группу входят виды с пастбищным типом паразитизма, такие как *I. ricinus* (L., 1758) и *I. persulcatus* Schulze, 1930. Эти виды имеют широкий круг хозяев, населяющих клещевые биотопы, причем на птицах может питаться значительная часть нимф и личинок.

Значение птиц как основных или дополнительных хозяев иксодид возрастает в связи с тем, что многие виды птиц, в том числе и воробьиные, являются резервуаром возбудителей трансмиссивных инфекций. Установлено, что некоторые виды дроздов (*Turdus* sp.), овсянок (*Emberiza* sp.), фазанов (*Phasianus* sp.), а также морские птицы — хозяева *I. uriae* — могут сохранять и передавать клещам возбудителя болезни Лайма (Rand e. a., 1996; Kurtenbach e. a., 1996; Olsen e. a., 1993; Olsen e. a., 1996; Humair e. a., 1996; Miyamoto e. a., 1996). В условиях лесных экосистем Северо-Запада России мелкие воробьиные, а не малочисленные дикие куриные, вероятно, играют значительную роль в прокармливание личинок и нимф *I. persulcatus* наряду с мелкими млекопитающими.

Иксодины — временные эктопаразиты с длительным питанием (Балашов, 1982). Это особый тип паразитизма, требующий от паразита специальных адаптаций, поскольку средой его обитания на время питания служит живая ткань хозяина, обладающая комплексом защитных реакций. Средние сроки питания у личинок и нимф составляют 3—7 сут, у самок — 5—10 (Балашов, 1998). За этот срок происходят параллельные изменения как в организме паразита, так и в организме хозяина, в частности в местах прикрепления. Особенности гистопатологических изменений кожи птиц в местах питания иксодин рассмотрены в единичных работах (Наумов, 1959, 1963; Калягин и др., 1976; Eveleigh e. a., 1974). Однако из-за неоднозначной и

неправильной трактовки гистопатологических изменений в местах питания иксодовых клещей преувеличивается роль образующихся структур в процессах передачи и сохранения возбудителей трансмиссивных инфекций. Эти обстоятельства позволяют рассмотреть вопросы питания клещей на птицах более детально. Нами было предпринято исследование гистопатологических изменений в местах присасывания и питания личинок и нимф *I. persulcatus* на различных видах воробьиных, а также *I. lividus* на береговой ласточке.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал собирали в Чудовском р-не Новгородской обл. с воробьиных (Passeriformes) в августе 1998 г. и июне 1999 г. (автор приносит благодарность вед. н. сотр. лаборатории паразитологии Зоологического института РАН С. В. Миронову, производившему отлов птиц и предоставившему возможность сбора материала). За этот период было отловлено 648 особей 38 видов воробьиных. Клещи обнаружены лишь на 21 птице (10 видов), всего было собрано 20 личинок и 64 нимфы таежного клеща (см. таблицу).

Личинок, нимф и самок *I. lividus* собирали в колонии береговой ласточки в песчаном карьере в районе дер. Гачево Чудовского р-на Новгородской обл. в мае со взрослых птиц и в июне, июле с птенцов.

На взрослых птицах клещей обнаруживали исключительно на голове, преимущественно вокруг глаз, в углах клюва и возле ушных отверстий, т. е. в местах, труднодоступных для самоочищения. У птенцов береговой ласточки личинки, нимфы и самки *I. lividus* питались также на боках тела, под крыльями.

Для гистологических исследований брали биопсию кожи вместе с присосавшимися клещами от птиц перечисленных в таблице видов. У клещей, снятых с птиц из природы, точные сроки питания не известны. Исходя из этого, полученный из природы материал на основании изменений, происходящих в процессе питания клещей, условно разделили на 4 группы: I — первые сут после присасывания (дивертикулы кишечника тонкие, идиосома практически не увеличена в размере); II — вторые сут питания (в кишечнике крови нет или она появляется к концу 2-х сут, кишечные петли увеличиваются в размере, что хорошо видно через прозрачную кутикулу; заметно утолщение идиосомы); III — третьи сут питания (идиосома значительно увеличивается в размере и приобретает розовато-сероватый оттенок, кутикула теряет прозрачность).

Список воробьиных, от которых были взяты пробы кожи с питающимися личинками и нимфами таежного клеща

List of species of the Passeriformes birds, from which the skin samples with feeding larvae and nymphs of the taiga tick (*Ixodes persulcatus*) were collected

Виды	Всего отловлено особей/из них с клещами	Собрано	
		личинок	нимф
Лесной конек <i>Anthus trivialis</i> (L.)	1/1	1	2
Зарянка <i>Erithacus rubecula</i> (L.)	84/1	0	1
Зяблик <i>Fringilla coelebs</i> L.	34/1	0	1
Лесная завирушка <i>Prunella modularis</i> (L.)	10/6	12	33
Снегирь <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (L.)	22/1	0	1
Садовая славка <i>Sylvia borin</i> (Bodd.)	84/1	0	1
Дрозд-белобровик <i>Turdus iliacus</i> L.	21/4	0	9
Черный дрозд <i>T. merula</i> L.	13/3	5	7
Певчий дрозд <i>T. philomelos</i> Brehm.	16/2	1	5
Дрозд-рябинник <i>T. pilaris</i> L.	3/1	1	4
Всего	298/21	20	64

ность); IV — четвертые—пятые сут питания (завершается питание, о чем свидетельствует темно-коричневый или черный глянец кутикулы идиосомы). Материал фиксировали в 10 %-ном формалине и жидкости Буэна, заливали в парафин через метилбензоат-целлоидин. Серийные срезы толщиной 5 мкм окрашивали азаном по Гейденгайну и азуро-эозином. Всего исследована 31 проба кожи с *I. persulcatus* и 10 — с *I. lividus*.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Кожа птиц построена по тому же типу, что и у млекопитающих, однако более тонкая и сухая, лишена кожных желез (Sawyer e. a., 1986). Тонкий (20—22.5 мкм) и эластичный эпидермис собран в складки, причем его верхние слои подвержены большей по сравнению с млекопитающими кератинизации. Дерма (135—225 мкм) образована из неоформленной соединительной ткани, содержит многочисленные кровеносные сосуды и мышечные пучки. В верхней части сетчатого слоя расположен плотный пласт коллагеновых волокон толщиной 22.5—67.5 мкм. Ткани эпидермиса и дермы пронизаны перьевыми фолликулами. Рыхлая ткань подкожной жировой клетчатки выражена незначительно (рис. 1, см. вкл.).

В коже птиц, как и в коже млекопитающих, в течение всего периода питания клеща развивается местный воспалительный процесс. У воробьиных он проходит по одной схеме. Воспаление инициируется альтерацией в результате погружения ротовых органов глубоко в кожу прокормителя, в сетчатый слой дермы. Таким образом, уже к концу 1-х сут питания в месте прикрепления клеща отмечаем слабое утолщение эпидермиса у краев раны, незначительный отек соединительно-тканной основы кожи (рис. 2—4), заполнение раневого дефекта фибрином и образование фибринового конуса вокруг ротовых органов паразита, появление клеточного воспалительного инфильтрата, состоящего из мононуклеарных лейкоцитов и клеток соединительной ткани, а также первые признаки начала организации раны — увеличение количества фибробластов. На 2-е сут усиливаются пролиферативные процессы с тенденцией к образованию из пучков коллагеновых волокон (рис. 5—8) коллагеновой капсулы (рис. 9—11). Коллагеновые волокна вплотную прилегают к фибриновому слою, окружающему ротовые органы, оплетают зубцы гипостомы (рис. 7, 13, 15). В клеточном экссудате увеличивается доля полиморфноядерных лейкоцитов за счет эозинофилов (рис. 12) и нейтрофилов. Начало образования пищевой полости приходится на конец 2-х сут питания клеща. Причем это происходит одновременно с началом выделения секрета слюнными альвеолами клеща, увеличением количества нейтрофилов и их дегрануляцией вокруг капсулы, особенно в области апикальных концов ротовых органов. При дальнейшем расширении пищевой полости увеличивается количество фибробластов на ее границе. Образование коллагеновой капсулы полностью завершается на 3-и сут (рис. 14—16), она поддерживается до конца питания клеща, а после его отпадения участвует в заживлении раны под струпом. Таким образом, у воробьиных, естественных прокормителей иксодовых клещей в природе, воспаление кожи в месте присасывания клеща носит продуктивный характер, стенки коллагеновой капсулы в 2 раза толще образуемых мелкими млекопитающими и примерно в 2—2.5 раза (22.5—45 мкм) толще ротовых органов. Экссудативная фаза сведена до минимума, толщина фибринового слоя вокруг ротовых органов 3.0—4.5 мкм при питании личинок и нимф и 10—11.25 мкм — самок *I. lividus*.

В результате проведенных ранее исследований: Калягиным с соавторами (1976) на *I. lividus* и *I. persulcatus*, Артуром (Arthur, 1970) на *I. ricinus*, Эвелеем с соавторами (Eveleigh e. a., 1974) на *I. uriae* принято считать, что у клещей этих видов вокруг ротовых органов имеется фиксаторный аппарат, состоящий из застывшего секрета слюнных желез (Кемп е. а., 1982). В литературе он получил название «цементный футляр». Однако нами были проведены исследования особенностей питания клещей рода *Ixodes*, в том числе и *I. persulcatus* на мелких млекопитающих из природы с использованием иммунофлуоресцентных противовидовых сывороток (Григорьева, 2001). Было установлено, что иксодины не формируют цементный футляр, а много-

слоистое образование в ране продуцирует хозяин-прокормитель в течение всего периода питания клеща. Ротовые органы клеща при питании на птицах окружены только тканями хозяина (образовавшийся в ране фибрин и капсула из коллагеновых волокон), они абсолютно аналогичны описанным у мелких млекопитающих, что позволяет определить дифференциальная окраска азаном по Гейденгайну. Никаких других структур, подобных цементному футляру амблиоммин, в местах питания клещей подсем. Ixodinae не образуется. Применяемая ранее (Калягин, 1976; Калягин и др., 1976; Eveleigh e. a., 1974) окраска срезов гематоксилин-эозином для исследования мест прикрепления клещей при питании на млекопитающих и птицах не позволяла различать ткани. На таких препаратах фибрин, коллагеновая капсула и окружающая очаг воспаления соединительная ткань проявляли эозинофилию вследствие оксифильности очага воспаления. Таким образом, за цементный футляр принимался фибриновый конус у лабораторных и сельскохозяйственных животных, а у природных прокормителей — фибриновый конус и коллагеновая капсула.

Исследование гистопатологии кожи в местах питания нимф *I. uriae* в разные сроки на домашних цыплятах показало наличие обширной зоны поражения с некрозом, отеком, инфильтрацией лейкоцитов с последующим (через 48 ч после присасывания) образованием пищевой полости (Eveleigh e. a., 1974). Коллагеновая капсула у цыплят автором не описана, а представленные фотографии демонстрируют одиночные неорганизованные коллагеновые волокна. Аналогичная работа на цыплятах с *Argas minutus* Koch, 1844 также подтверждает развитие обильного клеточного инфильтрата и отека, но авторы указывают на слабую пролиферацию фибробластов возле цементного конуса, окружающего ротовые органы (Schumaker e. a., 1995).

Различия воспалительного процесса у птиц из природы и домашних цыплят аналогичны тем, которые были нами (Григорьева, 2001) выявлены у мелких млекопитающих и лабораторных животных. Для птиц и млекопитающих — природных прокормителей иксодовых клещей характерно усиление пролиферативной фазы воспаления с частичной инкапсуляцией паразита. У лабораторных и домашних животных преобладает экссудативная реакция, в результате которой ротовые органы клеща оказываются заключенными в толстостенный фибриновый конус. В окружающей его соединительной ткани накапливается обильный воспалительный клеточный инфильтрат, состоящий вначале преимущественно из клеток соединительной ткани и лимфоцитов, доля которых впоследствии уменьшается на фоне увеличения полиморфноядерных лейкоцитов, таких как эозинофилы и особенно нейтрофилы. Нейтрофильный лейкоцитоз приводит часто к гнойному воспалению в очаге питания клеща на лабораторных или домашних животных. У природных прокормителей толстая, хорошо выраженная коллагеновая капсула охватывает ротовые органы клеща почти полностью, в результате чего ограничивается зона воспаления. Клеточный воспалительный инфильтрат в основном сосредоточен в зоне апикальных концов ротовых органов. В связи с этим интересно замечание об отсутствии антигенных свойств у цементного футляра при питании *I. lividus* на ласточках-береговушках, так как «в месте его контакта с тканями хозяина не наблюдается хорошо выраженной воспалительной реакции на протяжении всего активного периода кровососания» (Калягин и др., 1976, с. 194). Это объясняется тем, что за цементный футляр, вероятно, принимали фибриновый конус и коллагеновую капсулу. Всасывание клещем воспалительного инфильтрата и эритроцитов начинается примерно с конца 2-х сут, возможно оно происходит порционно. Причем в результате потребления очередной порции инфильтрата его количество в зоне апикальных концов ротовых органов уменьшается, и образуется пространство пищевой полости. Таким образом, вероятно, частично снижается или сдерживается острота воспаления в течение последующих 3—5 сут питания.

В результате проведенных исследований кожи птиц в местах прикрепления и питания личинок и нимф *I. persulcatus* и личинок, нимф и самок *I. lividus* и сопоставления полученных данных с более ранними установлено, что гистопатологические изменения в очаге проходят в последовательности, характерной для раневого воспаления кожи. В результате экссудативной фазы закрывается раневой дефект, пролифера-

тивная фаза приводит к организации дефекта. Антигенное воздействие слюны клеща препятствует полной инкапсуляции ротовых органов, стимулирует образование обильного клеточного инфильтрата в зоне апикальных концов ротовых органов. Потребление его клещом приводит к формированию пищевой полости. Таким образом, несмотря на дезорганизующее влияние паразита и хозяина друг на друга, устойчивость системы обеспечивается благодаря синхронизации развития паразита с особенностями хозяев, в частности со стереотипными защитными реакциями.

Исследование поддержано грантом РФФИ 99-04-49658.

### Список литературы

- Балашов Ю. С. Паразито-хозяинные отношения членистоногих с наземными позвоночными. Л.: Наука, 1982. 320 с.
- Балашов Ю. С. Иксодовые клещи — паразиты и переносчики инфекций. СПб.: Наука, 1998. 287 с.
- Глашинская-Бабенко Л. В. *Ixodes lividus* Koch. как представитель норовых клещей иксодид // Эктопаразиты. М., 1956. Т. 3. С. 21—105.
- Григорьева Л. А. Гистопатологические изменения кожи мелких млекопитающих в местах питания клещей *Ixodes trianguliceps*, *I. persulcatus* и *I. ricinus* (Ixodidae) // Паразитология. 2001. Т. 35, вып. 2. С. 177—183.
- Калягин Ю. С. Гистологические особенности взаимоотношений в системе «паразит—хозяин» при паразитировании личинок, нимф и самок *Ixodes persulcatus* на мышевидных грызунах // Проблемы экспериментальной морфофизиологии и генетики. Кемерово, 1976. С. 150—156.
- Калягин Ю. С., Муравский Н. Н., Граф И. И., Гребенщиков В. М., Нешитов С. М. К вопросу о реактивности покровных тканей ласточки-береговушки при паразитировании самок *Ixodes plumbeus* Leach // Проблемы экспериментальной морфофизиологии и генетики. Кемерово, 1976. С. 193—197.
- Карпович В. И. Особенности паразитирования *Ceratixodes putus* Pick.-Cambg. на птицах // Паразитология. 1970. Т. 4, вып. 4. С. 345—351.
- Наумов Р. Л. Об особенностях заклещевления обыкновенной овсянки // Уч. Зап. Моск. гос. ун-та. Орнитология. 1959. Вып. 197. С. 231—239.
- Наумов Р. Л. Накармливается ли таежный клещ на обыкновенной и белошапочной овсянках? // Зоологический журнал. 1963. Т. 42, вып. 4. С. 513—517.
- Arthur D. R. Tick feeding and its implications // Adv. Parasitology. 1970. Vol. 8. P. 275—292.
- Eveleigh E. S., Threlfall W., Belbeck L. W. Histopathological changes associated with the attachment of *Ixodes (Ceratixodes) uriae* White, 1852 // Can. J. Zool. 1974. Vol. 52. P. 1443—1446.
- Humair P. F., Wallich R., Gern L. Reservoir competence of blackbirds (*Turdus merula*) for the Lyme disease spirochetes // VII International congress on Lyme borreliosis. Abstracts. San Francisco, California, June 16—21, 1996. P. 41.
- Kemp D. H., Stone B. F., Binnington K. C. Tick attachment and feeding: role of the mouthparts, feeding apparatus, salivary gland secretions, and the host response // Physiology of ticks. Oxford: Pergamon Press, 1982. P. 119—168.
- Kurtenbach K., Hoodless A., Carey D., Nuttall P. A., Randolph S. E. Reservoir competence of pheasants (*Phasianus colchicus*) for *Borrelia burgdorferi sensu lato* // VII International congress on Lyme borreliosis. Abstracts. San Francisco, California, June 16—21, 1996. P. 18.
- Miyamoto K., Sato Y., Sato F. Isolation of *Borrelia burgdorferi sensu lato* from migratory birds, *Turdus chrysolaudus*, at Nemuro, Hokkaido // VII International congress on Lyme borreliosis. Abstracts. San Francisco, California, June 16—21, 1996. P. 79.
- Olsen B., Jaenson T. G. T., Noppa L., Bunikis J., Bergstrom S. A Lyme borreliosis cycle in seabirds and *Ixodes uriae* ticks // Nature. 1993. Vol. 362, N 6418. P. 340—342.
- Olsen B., Bergstrom S. Birds and borrelia // VII International congress on Lyme borreliosis. Abstracts. San Francisco, California, June 16—21, 1996. P. 36.
- Rand P. W., Lacombe E. H., Smith R. P., Ficker Jr. and Ficker J. Participation of birds in the emergence of Lyme disease // VII International congress on Lyme borreliosis. Abstracts. San Francisco, California, June 16—21, 1996. P. 15.

Sawyer R. H., Knapp L. W., O'Guin W. M. The skin of birds. Epidermis, dermis and appendages // Biology of the integument. Vol. 2. Vertebrates. Berlin: Springer-Verlag. 1986. P. 194—233.

Schumaker T. T. S., Baccaro M. R., Kasai N. Studies on feeding of Argas (Persicargas) miniatus larvae (Acari: Argasidae) on naive chicks // J. Med. Entomol. 1995. Vol. 32, N 4. P. 420—423.

Зоологический институт РАН,  
Санкт-Петербург

Поступила 15 XI 2000

#### HISTOPATHOLOGIC CHANGES OF BIRD SKIN IN FEEDING PLACES OF TICKS OF THE GENUS IXODES (ACARI: IXODIDAE)

L. A. Grigoryeva

*Key words:* *Ixodes persulcatus*, *I. lividus*, Passeriformes, places of attachment and feeding, fibrin, collagen capsula, neutrophils, feeding cavity, eosinophils.

#### SUMMARY

Histopathological changes of skin of Passeriformes birds in the places of attachment and feeding of the *Ixodes persulcatus* and *I. lividus* were investigated. The inflammation of bird skin is analogous to one of mammalian skin. The mouthparts of tick are surrounded by the fibrin cone and collagen capsula. They are formed by host. Ticks of these species do not form the cement. A proliferation stage of skin inflammation in birds is expressed. The thick collagen capsula develops in a result of proliferation. The feeding cavity is formed by the process of sucking a blood, inflamate cell infiltrate and products of tissue lysis. Neutrophils and eosinophils predominate in the inflamate cell infiltrate.

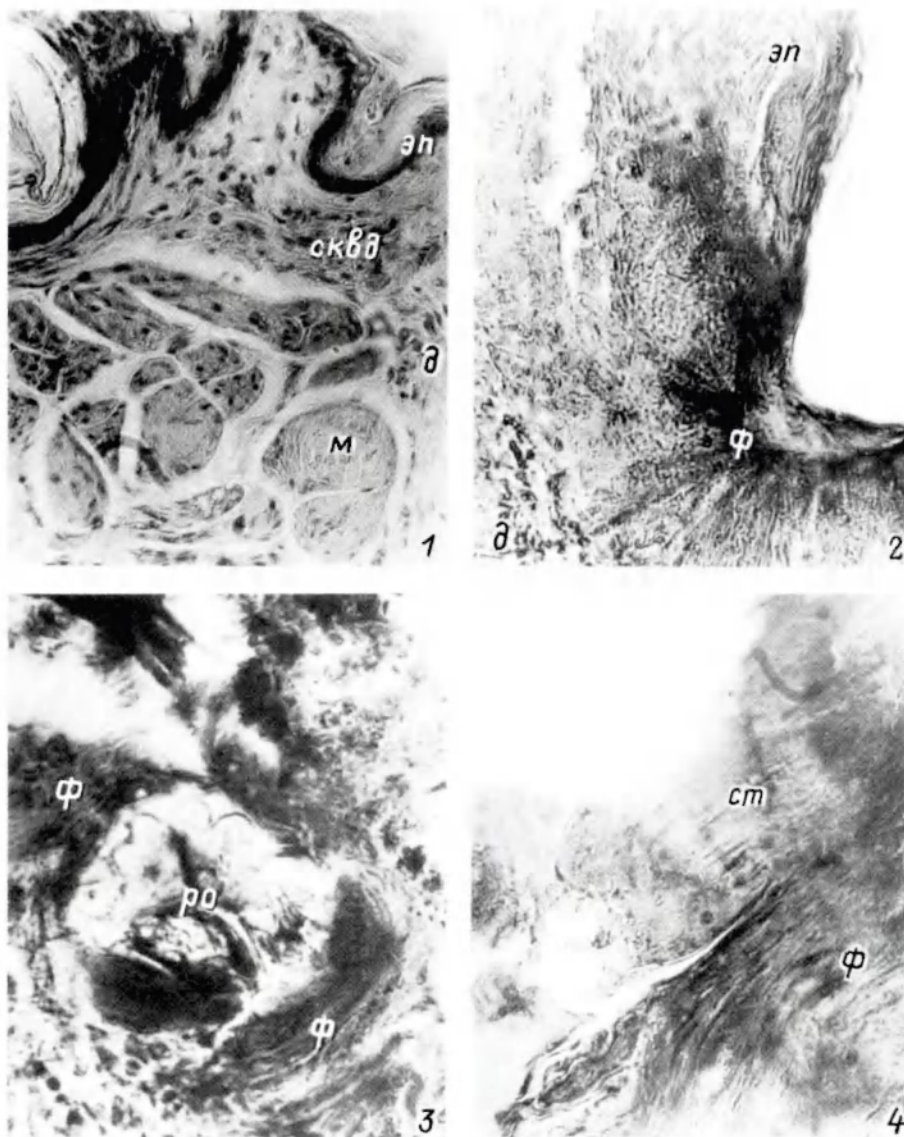


Рис. 1—4. Гистопатологические изменения кожи воробьиных в местах питания клещей *I. persulcatus* и *I. lividus*.

1 — кожа *Turdus iliacus* (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 2 — кожа *Riparia riparia* после удаления ротовых органов нимфы *Ixodes lividus*, 1-е сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 3 — поперечный срез через ротовые органы нимфы *I. persulcatus* в коже *Anthus trivialis*, 1-е сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 4 — кожа *R. riparia* после удаления ротовых органов самки *I. lividus*, 1-е сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ).

д — дерма, зг — зубцы гипостома, кв — коллагеновые волокна, ки — клеточный инфильтрат, кк — коллагеновая капсула, м — мышцы, лп — пищевая полость, ро — ротовые органы, сквд — слой коллагеновых волокон дермы, ст — струп, ф — фибрин, фк — фибриновый конус, эозинофилы (указаны стрелками), эп — эпидермис.

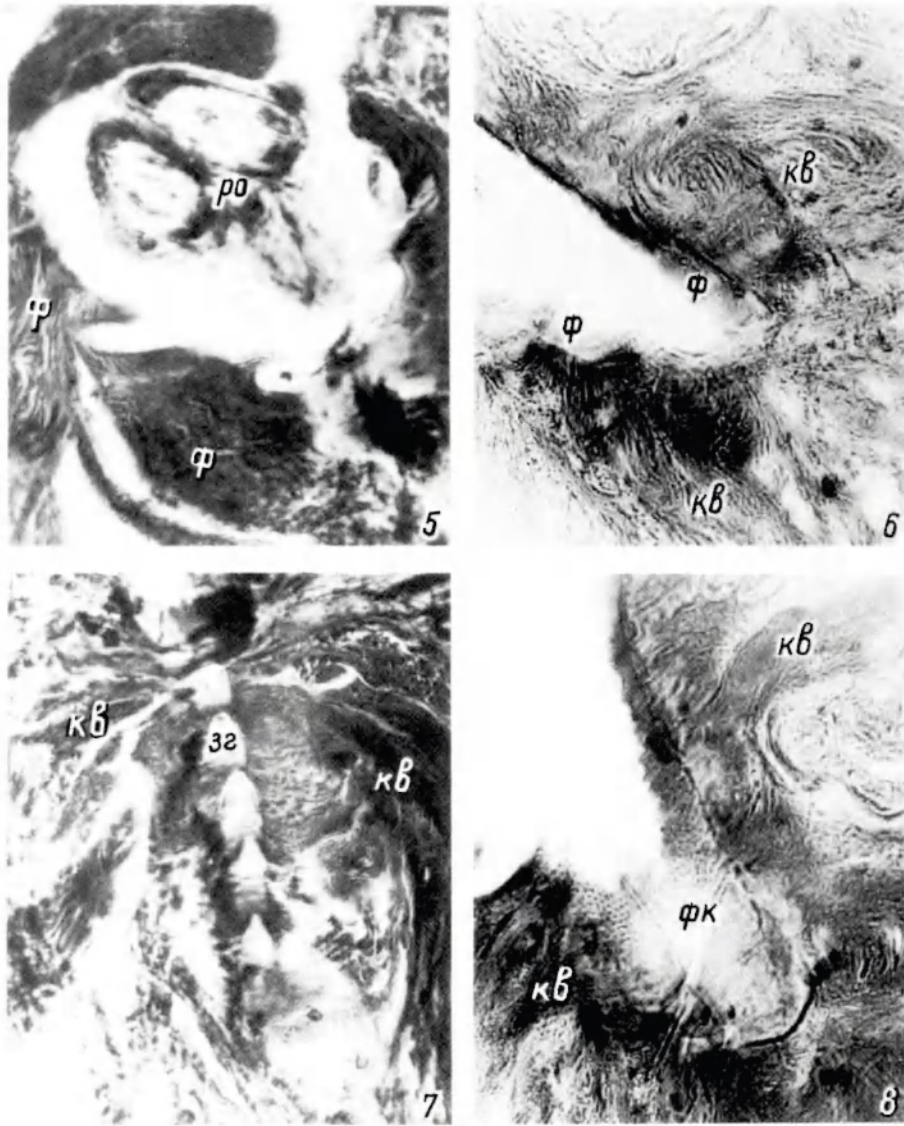


Рис. 5—8. Гистопатологические изменения кожи воробьиных в местах питания клещей *I. persulcatus* и *I. lividus*.

5 — поперечный срез через ротовые органы нимфы *I. persulcatus* в коже *A. trivialis*, 1,5 сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 6 — кожа *R. riparia* после удаления ротовых органов самки *I. lividus*, 1,5 сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 7 — продольный срез через ротовые органы нимфы *I. persulcatus* в коже *Fringilla coelebs*, 2,5 сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 8 — кожа *R. riparia* после удаления ротовых органов самки *I. lividus*, 2 сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ).

Обозначения, как на рис. 1—4.



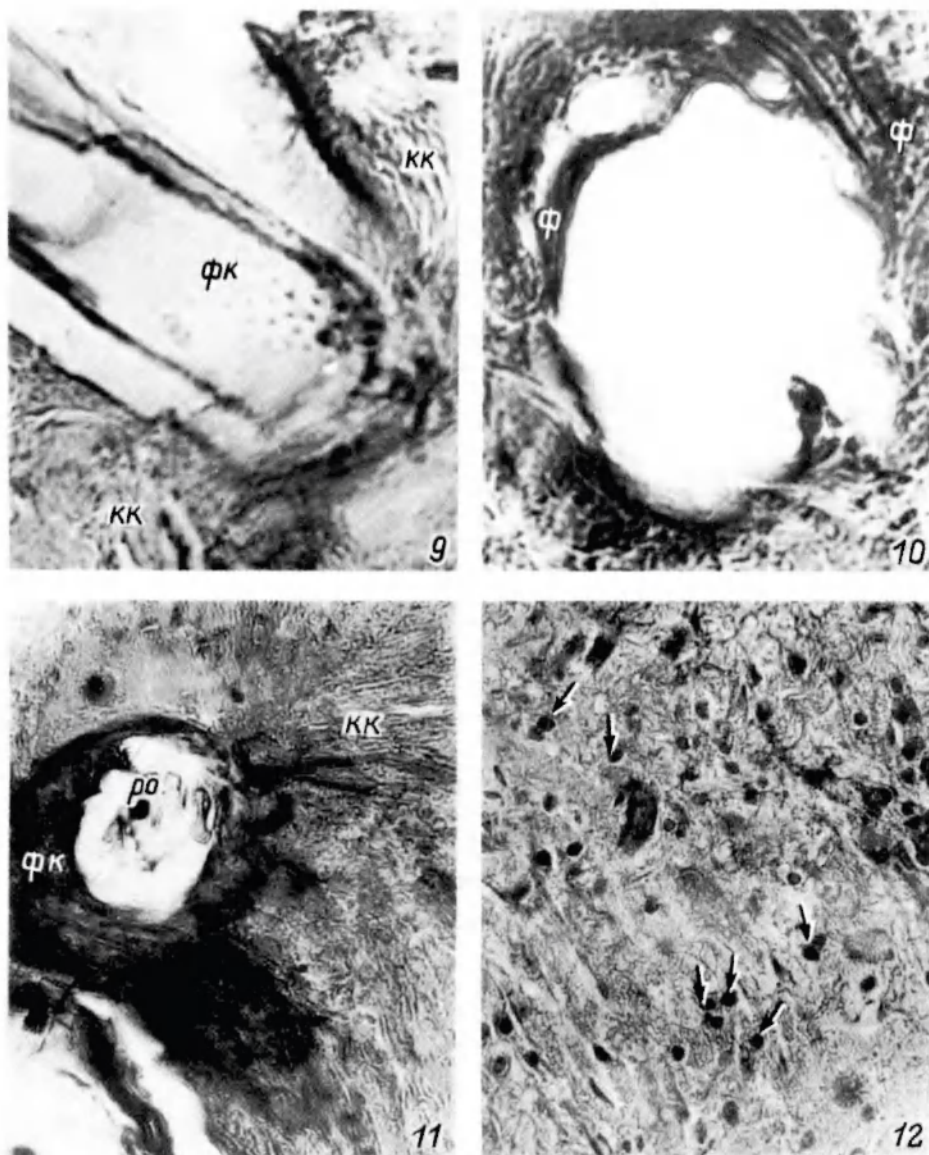


Рис. 9—12. Гистопатологические изменения кожи воробьиных в местах питания клещей *I. persulcatus* и *I. lividus*.

9 — кожа *Pyrrhula pyrrhula* после удаления ротовых органов нимфы *I. persulcatus*, 2 сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 10 — кожа *Prunella modularis* после удаления ротовых органов нимфы *I. persulcatus*, 2 сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 11 — поперечный срез через ротовые органы нимфы *I. lividus* в коже *R. riparia*, 2 сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 12 — кожа *Prunella modularis* рядом с местом питания нимфы *I. persulcatus*, 2 сут питания (азур-эозин,  $\times 950$ ).

Обозначения, как на рис. 1—4.

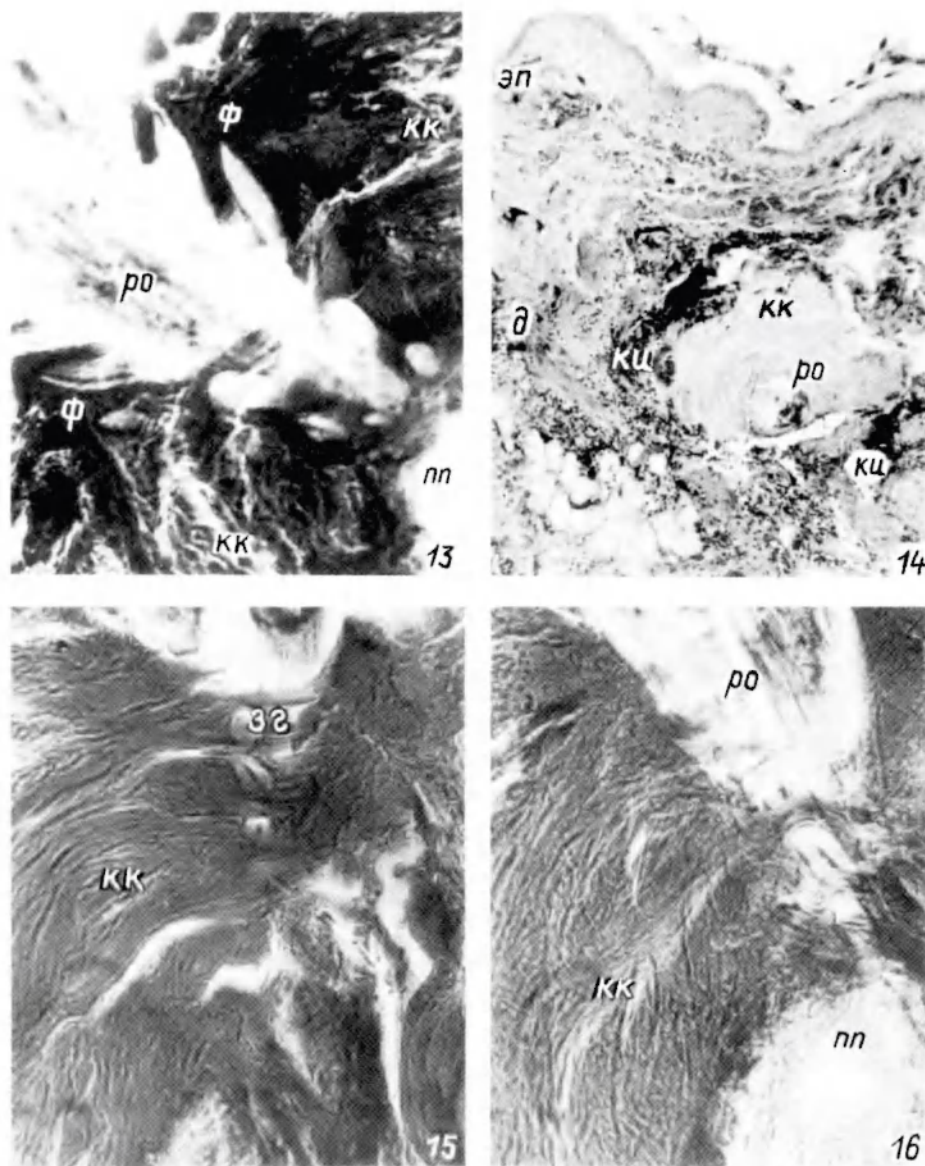


Рис. 13—16. Гистопатологические изменения кожи воробьиных в местах питания клещей *I. persulcatus* и *I. lividus*.

13 — продольный срез через ротовые органы нимфы *I. persulcatus* в коже *P. modularis*, 2,5 сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ); 14 — поперечный срез через ротовые органы нимфы *I. persulcatus* в коже *Sylvia borin*, 3 сут питания (азур-эозин,  $\times 150$ ); 15 и 16 — продольные срезы через ротовые органы нимф *I. persulcatus* в коже *Eritacus rubecula*, 4 сут питания (азан по Гейденгайну,  $\times 600$ ).

Обозначения, как на рис. 1—4.

Fig. 1—16. Histopathologic changes of bird (Passeriformes) skin in feeding places of ticks *I. persulcatus* and *I. lividus*.