

УДК 576.895.428

© 1992

**ПАРАЗИТИЗМ ЧЕСОТОЧНОГО ЗУДНЯ
SARCOPTES SCABIEI (ACARIFORMES : SARCOPTIDAE)**

А. Б. Ланге, Т. В. Соколова

Памяти Владимира Николаевича Беклемишева посвящается

Проанализирован паразитизм чесоточного зудня в сравнительнопаразитологическом аспекте. Рассмотрены строение, развитие, жизненный цикл, трофические, форические и топические паразито-хозяйинные отношения.

Паразитизм чесоточных клещей *Sarcoptes scabiei* (L.) — возбудителей зудневой чесотки уникален и представляет один из наиболее специализированных его вариантов среди Acarididae. Результаты наших многолетних работ по чесотке человека, а также данные, накопленные в литературе, позволяют полнее осветить паразитизм чесоточных зудней в связи с их эпидемиологическим значением. При этом в качестве методологической основы мы воспользуемся принципами сравнительной паразитологии В. Н. Беклемишева, сформулированными в серии его статей о паразитизме членистоногих на наземных позвоночных (1945, 1951, 1954). В качестве единицы сравнения им принята жизненная схема как «совокупность приспособлений вида к совокупности условий его существования», т. е. на всех уровнях от организменного до популяционного и ценотического. Это позволяет, с одной стороны, определить место анализируемой формы в системе типов паразитизма с экологической точки зрения, а с другой — подойти к происхождению изучаемой группы паразитов путем сравнения с исходными формами в эволюционных рядах. В этом плане чесоточные клещи затронуты в отдельных работах (Ланге, 1965; Балашов, 1982), но подробно не рассматривались.

Связи Acarididae с млекопитающими многообразны, причем намечаются эволюционные ряды форм, позволяющие судить о путях перехода к паразитизму. Непаразитические виды в изобилии заселяют субстраты нор и гнезд, где они потребляют органические остатки растительного и животного происхождения, а также микрофлору. Переход к паразитизму осуществляется через кератофагию, сначала в убежище, а затем на коже и в шерсти хозяина. Такой тип связи с животными-хозяевами ведет к разнообразным вариантам паразитизма, чему способствуют микроскопические размеры акаридий. Стадию на кожного паразитизма представляют клещи сем. Psoroptidae. Завершающим на этом пути является внутриклеточный паразитизм Sarcoptidae, который таким образом возник топически через убежище, трофически — через схизо- и кератофагию.

Систематический состав и особенности распределения по хозяевам показывают, что Sarcoptidae сформировались в качестве паразитов приматов. Представители ближайших родов *Prosarcoptes*, *Cosarcoptes*, *Pithesarcoptes* парази-

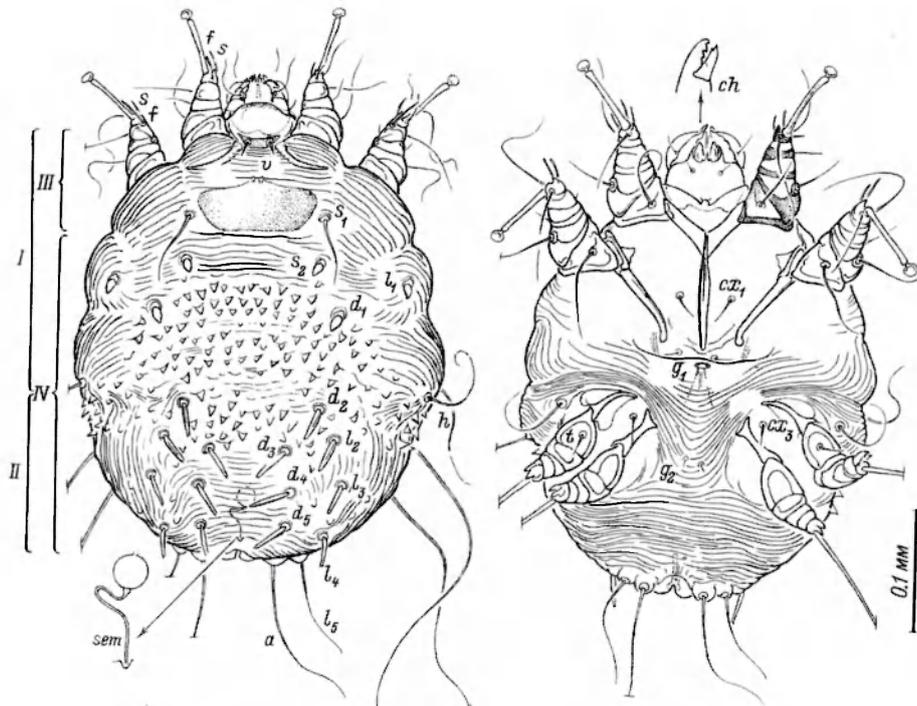


Рис. 1.* Самка *Sarcoptes scabiei* со спинной и брюшной сторон.

I — просома; *II* — опистосома; *III* — протеросома; *IV* — гистеросома; обозначения щетинок по принятой для Асагидіае номенклатуре: *v* — вертикальные, *s* — скапулярные, *d* — дорсальные, *l* — латеральные, *a* — анальные, *h* — гумеральные, *cx* — коксальные, *t* — трохантеральные, *g* — генитальные, *f* — соленидии, *sem* — семяприемник, *ch* — хелицеры сбоку.

Fig. 1. Female of *Sarcoptes scabiei*, dorsal and ventral views.

тируют на низших обезьянах. *Sarcoptes scabiei* — исходно паразит человека (Fain, 1978; Andrews, 1983). Специфических видов чесоточных зудней у человекообразных обезьян пока неизвестно. *S. scabiei*, кроме человека, паразитирует на многих видах животных, состав которых позволяет предположить, что первичным источником был человек, от которого клещи перешли на домашних животных, а от них — к диким, преимущественно плотоядным. Образовались многочисленные формы, специфичные для видов животных-хозяев, но мало различающиеся морфологически (Fain, 1968, 1978; Ланге и др., 1992). Таким образом, в филогенетической истории Sarcoptidae намечаются два этапа — природный, в течение которого происходила родовая дифференциация на приматах, и антропогенный, когда образовались подвидовые формы человеческого *S. scabiei* на животных (Соколова, Ланге, 1992).

По типу паразитизма чесоточные клещи являются постоянными паразитами, большую часть жизни проводящими в коже хозяина и лишь в короткий период расселения ведущими эктопаразитический образ жизни на поверхности кожи. Такой тип взаимоотношений с хозяином отражается во всем комплексе приспособительных особенностей саркоптит. Благодаря кругложизненному паразитизму на теплокровном размножающаяся популяция *S. scabiei* подобна термостатированной лабораторной культуре при неограниченном источнике пищи. Такой образ жизни явился предпосылкой глубокого педоморфоза, который намечается уже у свободноживущих акаридий (Захваткин, 1941, 1953)

* Для всех иллюстраций использован *S. scabiei* человека.

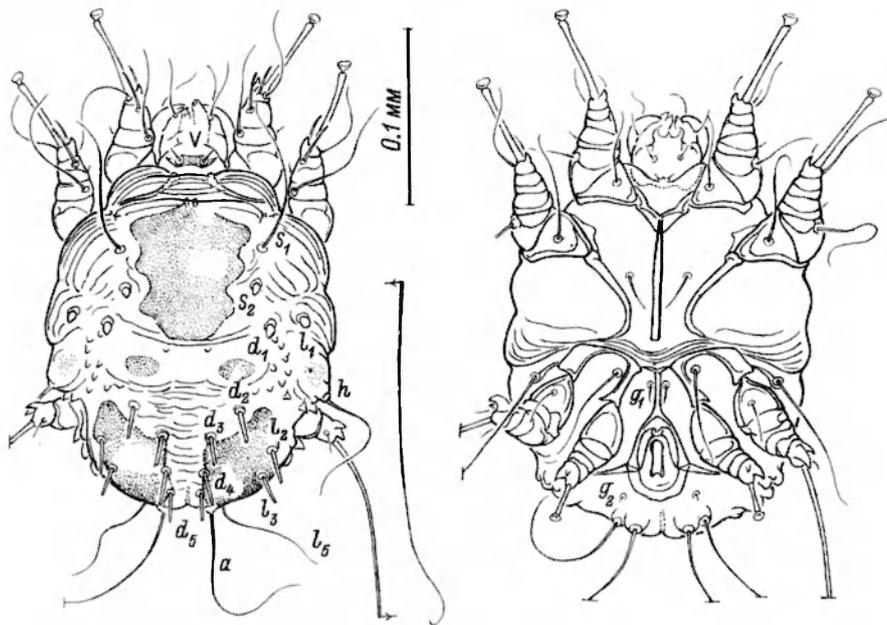


Рис. 3. Самец *Sarcoptes scabiei* со спинной и брюшной сторон.
Обозначения щетинок, как на рис. 1.

Fig. 3. Male of *Sarcoptes scabiei*, dorsal and ventral views.

и достигает у чесоточных клещей протонимфального уровня. На этой онтогенетической основе формируются приспособления к паразитизму.

Чесоточным клещам свойственна очень значительная морфологическая специализация. При этом приспособления к внутрикожному паразитизму сочетаются с признаками эктопаразитизма. Первые наиболее выражены и создают своеобразие их облика (рис. 1—3). Черепахообразное тело покрыто кожистой, складчатой, эластичной кутикулой. Спинная поверхность вооружена утолщенными щетинками и множеством направленных назад хетоидов, которые служат защитой и упорами при продвижении в коже (рис. 2, А, Б; см. вкл.). С такой специализацией покровов по сравнению со свободноживущими акаридиями здесь становится пластически различным исходный тип акариформного тагмозиса. Гнатема цельноподвижная, гипогнатически подгибающаяся (рис. 2, В). Грызущие хелицеры с крепкими зубчатыми клешнями прячутся в камеростом, который образован эпистомом и члениками педипальп, сомкнутыми перепончатой каймой. Короткие, сильные ноги имеют шипы на лапках, служащие упорами при прогрызании хода в роговом слое (рис. 2, Г). Для передвижения по поверхности кожи служат две передние пары ног, на которых имеются длинные ходулевидные прелапki с пневматическими липкими присосками (рис. 2, Д). Лапки третьих и четвертых ног снабжены длинными упругими щетинками, которые клещ при передвижении волочит по субстрату наподобие церк, а при прогрызании хода они, очевидно, служат для выдерживания его направления. Туловище и придатки, кроме того, снабжены длинными волосковидными щетинками, создающими при движении клеща обширную механорецепторную сферу. На пальцах и ногах имеются специализированные сенсиллы — соленидии. Система кожных органов чувств ортотрихична. Перечисленные приспособления свойственны всем постэмбриональным стадиям. Для взрослых клещей характерен половой диморфизм, что связано с особен-

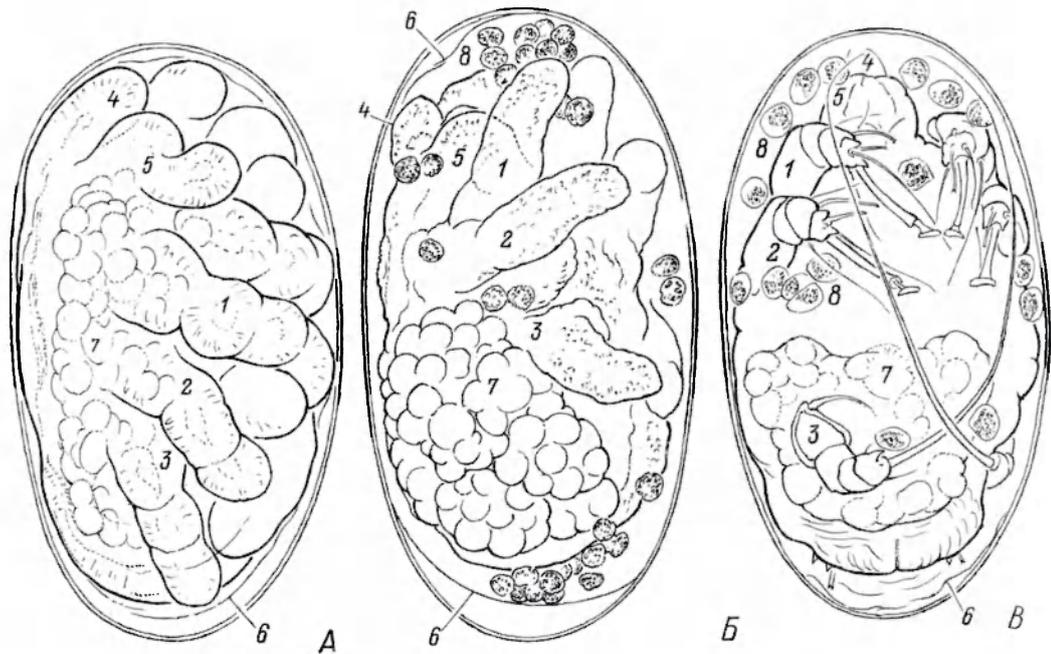


Рис. 4. Эмбриональное развитие *Sarcoptes scabiei*.

Зародыш на стадии: А — расчлененных конечностей, Б — укорочения конечностей; В — сформированная личинка на стадии перекреста щетинок III ног; 1—3 — ноги I—III; 4 — хелицеры; 5 — педипальпы; 6 — эмбриональная кутикула; 7 — желток; 8 — линечные клетки (экзувеоциты).

Fig. 4. Embryonal development of *Sarcoptes scabiei*.

ностями биологии самцов, которые ведут преимущественно эктопаразитический образ жизни. Самцы мельче самок, на теле имеются щитки, развит сложно устроенный склеритный копулятивный аппарат и имеются прелакки с присосками на IV ногах, по-видимому, служащие для прикрепления к самке при спаривании. Такая специализация в мужском ряду развития происходит только на последней хризалидной стадии. В женском ряду на этой стадии оформляется генитальный клапан и семяприемник с наружным протоком.

По своей организации чесоточный зудень, говоря техническим языком, в толще рогового слоя представляет агрегат с грызущим устройством, упорами и направляющими для проходки туннеля, а на поверхности кожи — шагающее четвероногое на присосках и с упругим шлейфом. По нашим наблюдениям, скорость проходки хода самкой 0.5—2.5 мм в сутки, скорость передвижения вне хода 2—3 см/мин.

Онтогенез чесоточных клещей претерпел ряд изменений как эмбриональных, так и постэмбриональных. В связи с паразитизмом изменены поздние этапы эмбриогенеза и особенности вылупления. Эмбриональное развитие изучалось нами прижизненно в висячей капле у *S. scabiei* человека. Наименование стадий и рисунки даны в книге Соколовой и др., 1989б. Эмбриогенез можно разделить на два периода. Первый в целом отвечает отрядному стандарту Acariformes: полное дробление, переходящее в поверхностное, порядок сегментации зародышевой полосы, закладка и расчленение конечностей. В этот период, особенно на стадии расчлененных придатков (рис. 4, А), зародыш наиболее отчетливо рекапитулирует хелицератную природу. Во второй период осуществляется уставка на саркоптеса. При этом сначала происходит десегментация и укорочение конечностей, зародыш принимает грушевидную форму, ткани уплотняются в мелкоядерный синцитий (рис. 4, Б). Затем на глазах происходит дифферен-

цировка структур, свойственных саркоптезу. Прижизненно можно, например, наблюдать формирование прелапок, щетинок, хетоидов и других органов во всех деталях. Такое разделение эмбриогенеза и смена морфогенетической установки в направлении собственного таксона представляет по существу эмбриональный метаморфоз, что свойственно *Acariformes* в целом. Гистологическая природа описанной перестройки связана с эмбрионизацией предличинки и личиночной хризалиды в пределах отряда (Ланге, 1960). У саркоптеза предличинка утрачена, и от нее осталась система экзувеоцитов, а функция вылупления полностью перешла к личинке.

Личиночная кутикула выделяется одновременно и постепенно склеротизируется. Сначала ноги сложены вентрально, щетинки задних ног направлены вперед и перекрещены (стадия перекреста хет) (рис. 4, В). Затем личинка начинает двигать ногами и ротовыми органами, что продолжается в течение суток. При вылуплении яйцевые оболочки прободаются шипами лапок, лопаются вдоль почти по всей длине и сбрасываются на спинную сторону (рис. 5). Выклюнувшаяся личинка сразу очень подвижна и готова к выходу на поверхность кожи.

Постэмбриональное развитие свободноживущих акаридий включает стадии личинки, три нимфальные и взрослую. При этом дейтонимфа специализирована в виде переживающей и расселительной стадии — гипопуса, который при благоприятных условиях может выпадать. Тогда тритонимфа образуется из протонимфы, минуя гипопус, и именуется телеонимфой. В связи с этим у взрослой стадии обнаруживаются признаки педоморфоза по сравнению с таковой при исходном для отряда тринимфальном типе развития. У чесоточных клещей гипопус полностью утрачен и постэмбриональное развитие включает личинку, прото-, телеонимфу и взрослую стадию. По бинимфальному типу протекает метаморфоз у обоих полов.¹ Педоморфоз выражен в еще большей степени, что обнаруживается в пожизненной стабилизации хетотаксии на протонимфальном уровне. Пополнение хетома туловища происходит только при превращении личинки в протонимфу, при этом формируется один вставочный хетомер (щетинки d_5 , l_4 , l_5). Циркуманальные хетомеры не образуются и у взрослых отсутствуют (рис. 1, 3). У телеонимфы только в вооружении ног добавляются щетинки на III вертлугах.

Малые размеры, размерное сближение яйца и самки и ограниченный постэмбриональный рост, характерные для акариформных клещей в целом, у чесоточных клещей выражены в полной мере и являются одной из существенных предпосылок их паразитизма. Иллюстрацией служат промеры, приведенные в таблице.²

Как видно из таблицы, линейные размеры от личинки до самки увеличиваются в 2.3 раза, до самца — 1.4. При этом прирост увеличивается от стадии к стадии. Среди телеонимф 42.4 % выборки меньше или соответствуют по размеру самцам. Однако в этой группе, кроме мужских, могут быть и женские телеонимфы, находящиеся в процессе роста. Промеры склеритов отражают различия роста в зависимости от пола. Это обнаруживается, в частности, в размерах аподемы IV кокс. От протонимфы к самке они увеличиваются на 10,

¹ Вопрос о наличии телеонимфы у самца в литературе дискутировался. На основании изучения хетотаксии на ограниченном материале с человека, мы присоединились к мнению об отсутствии телеонимфы в мужском ряду развития (Соколова и др., 1980б). Теперь, располагая материалом по хризалидам самцов (рис. 6), можно заключить, что мужская телеонимфа имеется. Это согласуется с данными Фена (Faip, 1968). В то же время при превращении ее в самца исчезает пара щетинок l_5 вставочного хетомера — явление у клещей необычное.

² Биоптаты кожи северного оленя, пораженного саркоптозом, любезно присланы нам сотрудником лаборатории ветеринарной энтомологии НИИ сельского хозяйства Крайнего Севера Сибирского отделения ВАСХНИЛ Б. И. Лехановым. Материал добыт в 1988 г. в Хатангском р-не Таймырского округа.

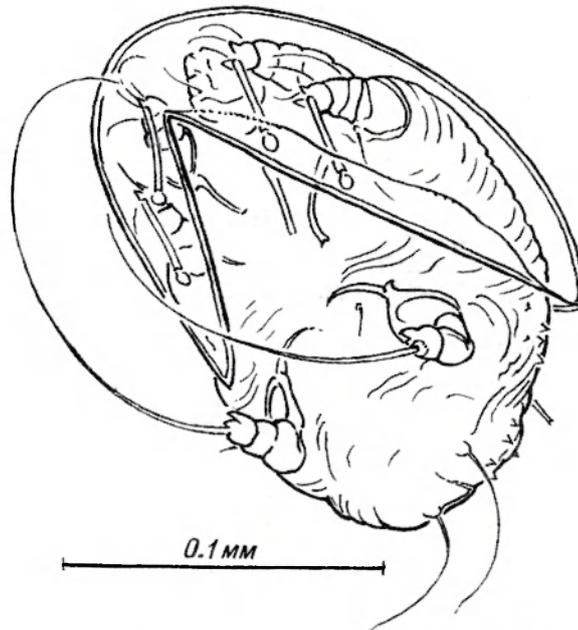


Рис. 5. Вылупление личинки *Sarcoptes scabiei*.

Fig. 5. Hatching of larva of *Sarcoptes scabiei*.

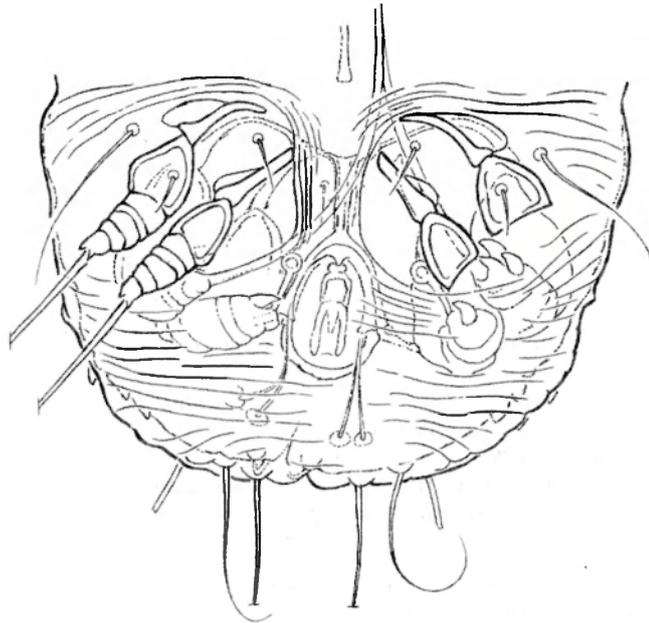


Рис. 6. Мужская хризалида *Sarcoptes scabiei*, задняя половина с брюшной стороны. Самец под кутикулой телеонимфы.

Fig. 6. Male chrysalis of *Sarcoptes scabiei*, posterior half, ventral view. Male under the cuticle of teleonymph.

Постэмбриональный рост *S. scabiei* с северного оленя (по 30 экз. каждой стадии)
 Postembryonal growth of *Sarcoptes scabiei* from reindeer (30 specimens of each stage)

Промеры (мкм)	Личинка	Протонимфа	Телеонимфа	Самка	Самец
Длина тела	148.4±3.5	188.5±3.6	231.5±5.2	343.9±4.9	210.7±1.2
Ширина тела	110.5±2.8	149.3±2.5	187.2±4.4	272.5±4.1	163.9±1.1
Длина грудины	36.7±0.4	45.2±0.4	55.0±0.6	79.5±1.1	77.2±0.4
Длина аподемы IV кокс		19.7±0.2	25.9±0.4	30.2±0.3	24.1±0.1

к самцу — всего на 4 мкм. Размеры грудины, напротив, практически одинаковы, что свидетельствует о неравномерности роста разных частей тела от линьки к линьке. Линичный ритм в процессе индивидуального роста у чесоточных клещей отчетливо выражен и сопровождается покоящимися хризалидными состояниями. Превращение стадий связано с гистолитическими явлениями. Характерно, что при выделении новой кутикулы конечности сложены вентрально под покровом предыдущей стадии. Продолжительность хризалидных состояний точно неизвестна, но после образования новой кутикулы старая вскоре сбрасывается. Об этом свидетельствует редкость нахождения хризалид, у которых имеется две кутикулы (рис. 6). Для чесоточных клещей, постоянно живущих при температуре тела теплокровного, характерна стабильность и относительная непродолжительность сроков развития, эмбриогенез — в среднем 4 сут., послеродышевое развитие — около 14 сут.

Организация и малые размеры саркоптеза позволяют противостоять механическому воздействию хозяина, что очень существенно при постоянном паразитизме, особенно при наличии зуда, являющегося непременным симптомом чесотки. Самки, извлеченные из ходов, сохраняют способность вновь внедряться, делать ходы и класть яйца. В то же время отсутствие зуда при сопутствующих заболеваниях или приеме противозудных препаратов приводит к увеличению числа ходов, т. е. механическое воздействие хозяина является регулятором численности клещей. Другим регулятором является сенсibilизация организма хозяина к возбудителю, которая у человека наступает обычно в течение 1.5—2 мес. и приводит к стабилизации уровня численности клещей и умеренному течению процесса (Mellanby, 1944).

Жизненный цикл как компонент жизненной схемы на организменном уровне отражает распределение в онтогенезе основных жизненных отправлений: питания, размножения, расселения и переживания (Ланге, 1969, 1986). У чесоточных клещей он по общей структуре и каждой его составляющей определяется взаимоотношениями с хозяином как средой обитания. Жизненный цикл делится на две части: кратковременную — накожную и длительную — внутрикожную (рис. 7). Внутрикожная часть представлена двумя топически разобщенными периодами — репродуктивным и метаморфическим (Ланге и др., 1984; Соколова и др., 1989б). Репродуктивный период осуществляется самкой в прогрызаемом ею чесоточном ходе, где она откладывает яйца. Вылупляющиеся личинки выходят на поверхность кожи, расселяются на ней и внедряются в волосяные фолликулы и под чешуйки эпидермиса. Здесь протекает метаморфоз вплоть до образования взрослых клещей. Кожа отвечает образованием на этих местах фолликулярных папул и везикул. По нашим наблюдениям, у человека на кистях и стопах неполовозрелые стадии могут прогрызать небольшие метаморфические ходы или развиваться во внешне неизменной коже. Самки и самцы нового поколения выходят на поверхность кожи, где, судя по всему, происходит спаривание. Цикл завершается внедрением дочерних самок в кожу, которые сразу начинают прокладывать ходы и класть яйца. Таким образом, в течение жизненного цикла клещи дважды выходят на кожу на личиночной и взрослой стадиях. Имеются указания, что на кожу могут выходить нимфы,

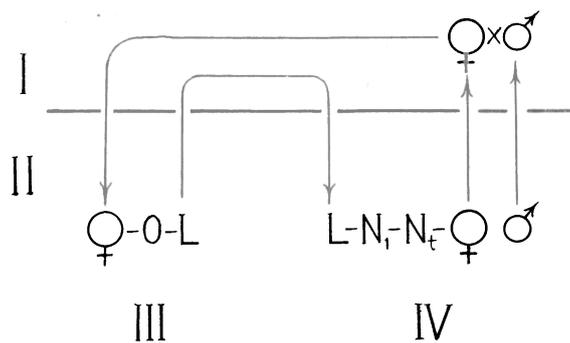


Рис. 7. Жизненный цикл чесоточного зудня.

I — на коже; II — в коже; III — репродуктивный период в чесоточном ходе; IV — метаморфический период в волосяных фолликулах и коже; O — яйцо, L — личинка, N₁ — протонимфа, N₂ — телеонимфа, X — спаривание.

Fig. 7. Life cycle of *Sarcoptes scabiei*.

однако методика этих наблюдений не приводится (Mellanby, 1944; Arlian e. a., 1988b). При многочисленных соскобах папул и везикул у человека в ряде случаев в них обнаруживали последовательные ряды линечных шкурки и клеща на очередной стадии или только линечные шкурки всех неполовозрелых стадий. Это свидетельствует о том, что в норме клещи в процессе метаморфоза не выходят из кожи.

Трофические связи с животными-хозяевами у чесоточных клещей сложились на основе кератофагии. Они питаются роговым слоем эпидермиса в его толще, захватывая клетки зернистого слоя (Shelley, Shelley, 1983). Активно питаются все постэмбриональные стадии. Питание, переваривание и экскреция происходят непрерывно в периоды активности, приходящиеся на вечерние и ночные часы. Таким образом, трофическая функция распределяется по всей постэмбриональной части онтогенеза, причем она наиболее интенсивна у самок, обеспечивая необходимую плодовитость. При прогрызании хода разрушенный эпидермис практически полностью поглощается, а вслед за самкой остается небольшое количество экскрементов, т. е. пластическое и энергетическое использование пищи исключительно эффективно. Самец, а также мужские нимфы питаются по-видимому, менее интенсивно, о чем свидетельствует меньший постэмбриональный рост.

Размножение происходит на хозяине. Копуляцию у чесоточных клещей никто не наблюдал, вероятно, этот акт очень кратковременный. Самцы, по-видимому, отыскивают места, где завершается метаморфоз женских особей, и поджидают молодых самок. Так, у человека при соскобе папул и везикул, в которых имелись молодые самки, в ряде случаев в препарате оказывался и самец, очевидно, присутствовавший тут же на коже. Эти факты наводят на мысль о феромонном привлечении полов.

Репродуктивной структурой является чесоточный ход в эпидермисе, который прогрызает плодущая самка (рис. 8). Процесс внедрения самок в опыте занимает от 15 мин до 1 ч. Вгрызаясь в эпидермис, самка фиксируется на коже присосками прелюпок, первоначально располагаясь под углом, а затем, проникнув в роговой слой, принимает параллельное ему положение. Прогрызая ход, самка упирается в его стенки шипами лапок всех четырех пар ног, прелюпки с присосками при этом подогнуты назад. Как отмечалось, упорами служат также дорсолатеральные щетинки и хетоиды. Самка прокладывает ход в роговом слое на границе с зернистым. По мере прогрызания хода роговой слой на его дне восстанавливается корнеоцитами, причем полная его регенерация происходит в среднем за 2 недели (Shelley, Shelley, 1983). По срокам эмбриогенеза этого оказывается более чем достаточным, чтобы личинки успевали вылупиться и выходить на поверхность кожи из всех последовательно откладываемых яиц. Об этом свидетельствует наличие в соскобах большинства ходов (в их задней части) обычно нескольких яичевых оболочек.

Для самок характерна откладка яиц в течение всей жизни в гонотрофическом ритме, строго согласованном с суточным ритмом активности. Яйца созревают и откладываются по одному. В эксперименте на себе установлено (Соколова, 1991), что вечером и в первую половину ночи самка прогрызает одно или два яйцевых колена под углом к основному направлению хода, в каждом из которых откладывает по яйцу. Перед откладкой яйца она углубляет дно и продельывает в крыше хода выходное отверстие для личинки. Вторую половину ночи самка грызет ход по прямой, интенсивно питаясь. Днем она находится в покое. Таким образом, ритмика питания и оогенеза согласованы с суточным ритмом активности. Суточная программа выполняется всеми самками синхронно. В результате чесоточный ход на коже больного имеет извитую форму и состоит из отрезков, названных нами суточным элементом хода (рис. 9). Задняя часть хода постепенно отшелушивается, и он одновременно состоит из 4—7-суточных элементов, общей длиной 5—7 мм (рис. 10, А; см. вкл.). В течение жизни самка проходит в эпидермисе 3—6 см.

Общая плодовитость самки относительно невелика, в среднем 40—50 яиц. Она оказывается достаточной для поддержания численности паразита на определенном уровне в течение длительного времени. Репродуктивная жизнь самки длится более месяца, по мере старения суточная плодовитость снижается, а к концу жизни самка некоторое время прогрызает ход, не откладывая яйца. Наличие чесоточного хода и сложная поведенческая программа, осуществляемая самкой ежедневно при прогрызании яйцевых колен и ночного отрезка хода, могут быть обозначены как фабрический тип связи с хозяином, обеспечивающий полноценное питание и заботу о потомстве.

Установлено, что плодовитость чесоточных клещей колеблется по сезонам (Соколова и др., 1989а и наши дополнительные наблюдения). Помесячный подсчет яиц в ходах у человека (всего более 650 ходов) показал, что в сентябре—декабре плодовитость в среднем 12—13 яиц на ход, в остальное время — 6—8. В период повышения плодовитости яйца обнаруживаются практически во всех ходах, в остальное время года от 9 до 34 % ходов лишены яиц при наличии молодых самок. Сезонная динамика репродуктивности совпадает с заболеваемостью чесоткой и, по-видимому, опосредована фенологией хозяина. Отмечено, что у животных периоды интенсивного размножения клещей и роста заболеваемости саркоптозом коррелируют с сезонными изменениями влажности кожи, толщины рогового слоя, глубины залегания волос, длины сальных желез (Дубинин, 1954).

Расселение чесоточных клещей, т. е. форические связи с хозяевами, осуществляются инвазионными стадиями нажной части цикла, молодыми оплодотворенными самками и личинками. Вопрос об инвазионной роли нимф остается открытым. Расселительная функция реализуется в двух направлениях: расселение на хозяине в процессе освоения новых территорий кожного покрова и заражение новых особей хозяина, т. е. расселение в пределах его популяции, включая формирование очагов саркоптоза.

Заражение чесоткой происходит преимущественно при тесном телесном контакте, у человека обычно при совместном пребывании в постели. При достаточно развитом процессе заражения происходит одновременно самками и личинками. Последние благодаря многочисленности, малым размерам и большой подвижности наиболее инвазионны и, судя по локализации первых высыпаний, могут внедряться на любом участке кожного покрова, обычно в волосяные фолликулы. По нашим наблюдениям, личинки отыскивают фолликулы и внедряются в них в течение нескольких минут (рис. 11). Судя по локализации чесоточных ходов, самки внедряются на определенных участках кожного покрова, куда они мигрируют, попав на человека. Это кисти, запястья, стопы, локти, половые органы мужчин. В эксперименте на добровольцах наблюдалась миграция подсаженных самок именно на эти места (Mellanby, 1944).

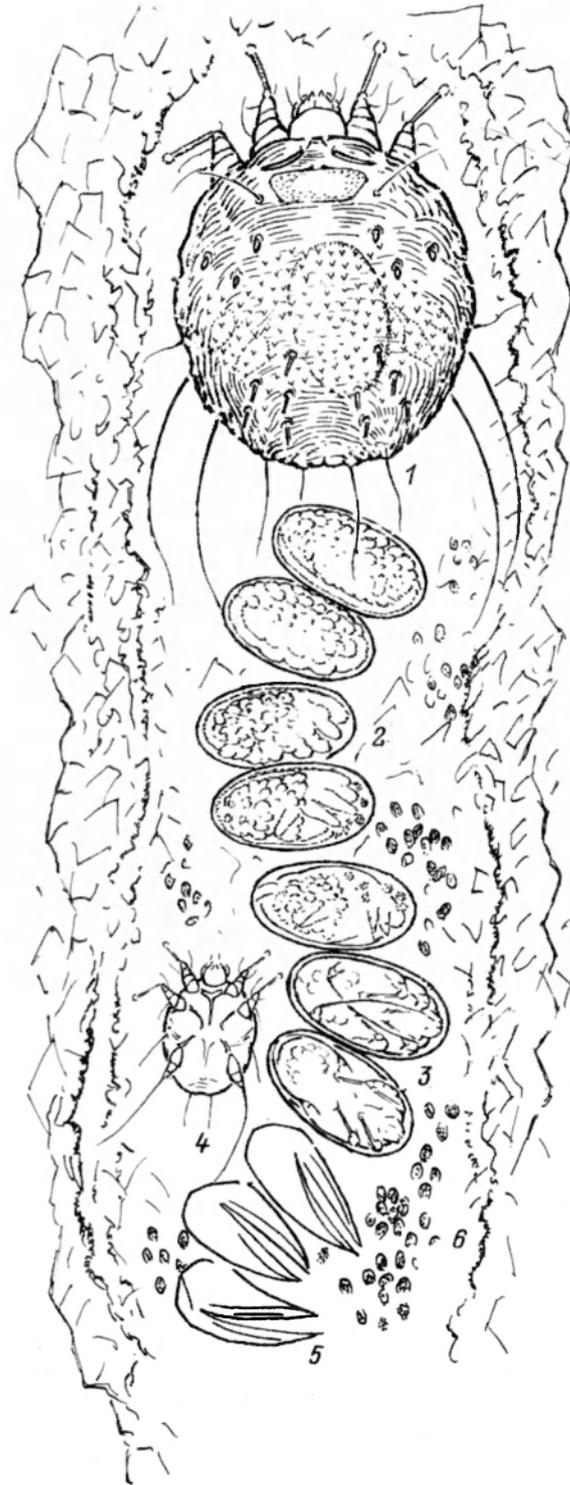
По мере размножения клещи закономерно распределяются по кожному покрову, т. е. складываются определенные топические отношения паразита и хозяина. Последние проявляются как в пространственном распределении клещей на последовательных стадиях жизненного цикла, так и в реакции кожи на присутствие паразита. Поколения во времени накладываются друг на друга, благодаря чему на теле хозяина одновременно присутствуют клещи во всех стадиях развития. Распространение и поддержание процесса происходит как за счет активной миграции, так и переноса самим хозяином при расчесывании. Репродуктивная часть популяции, т. е. плодущие самки в ходах, закономерно распределяется по кожному покрову. Кожа человека по-разному реагирует на прокладывание ходов, что отражается в клинической картине чесотки. Нами разработана классификация клинических вариантов чесоточных ходов, и на большом числе больных вычислены их встречаемость и обилие в зависимости от локализации (Соколова и др., 1989б). В большинстве случаев не обнаруживается заметной реакции кожи на прокладывание хода. Такой исходный, интактный вариант составляет более 60 % ходов, что свидетельствует о высокой взаимoadaptации паразита и хозяина. В других случаях кожа реагирует образованием под ходами полостных элементов (везикул, пузырей, пустул) или папул. Такой реактивный вариант ходов зависит от локализации, наблюдается при осложненной чесотке и нередок у детей. Встречаемость и обилие чесоточных ходов наибольшие на кистях (96 % и 10.5), значительные на запястьях (59 % и 2), половых органах мужчин (49 % и 2) и стопах (29 % и 1). На других участках ходы встречаются реже. Типичные ходы приурочены к кистям, запястьям и стопам, что при саркоптозе у человека, по-видимому, является исходной нормой. Содержимое ходов свидетельствует о регулярности яйцекладки и вылуплении личинок (рис. 8). Образование лентиккулярных папул (от 1 см в диаметре) под ходами наблюдается на туловище и половых органах мужчин (рис. 10, Б). Это происходит обычно при распространенном процессе и большой численности клещей. В этом случае, судя по содержимому ходов, яйцепродукция увеличивается, но значительно возрастает смертность эмбрионов и готовых к вылуплению личинок, ходы бывают забиты скоплением экскрементов и опустевшими яйцевыми оболочками. По-видимому, при заселении клещами кожи туловища норма взаимoadaptации паразита и хозяина нарушается.

Распределение клещей по кожному покрову определяется многими факторами и в первую очередь, по-видимому, особенностями кожи на разных участках: ее строением, гигротермическим режимом, скоростью регенерации рогового слоя, характером оволосения. Так, обнаруживается корреляция индексов встречаемости и обилия чесоточных ходов на коже человека с относительной толщиной рогового слоя, скоростью регенерации эпидермиса и температурой кожи. Преимущественная локализация чесоточных ходов наблюдается на участках кожи с самой большой толщиной рогового слоя относительно остальных слоев эпидермиса. Это кисти, запястья и стопы, где толщина рогового слоя составляет $3/4$ — $5/6$ эпидермиса (Загорученко, 1973). Известно также, что, чем больше толщина рогового слоя, тем медленнее происходит его отшелушивание (Кожевников и др., 1970; Калантаевская, 1972). Характерно, что на участках, где ходы практически отсутствуют (лицо, спина) относительная толщина рогового слоя минимальна ($1/6$ — $1/5$ эпидермиса), а скорость отшелушивания наибольшая. Очевидно, самки чесоточных клещей в норме избирают

Рис. 8. Содержимое типичного чесоточного хода в препарате соскоба эпидермиса в молочной кислоте.

1 — самка с яйцом; 2 — яйца с развивающимися зародышами; 3 — сформированные личинки в яйце на стадиях перекреста и разворота щетинок III ног; 4 — вылупившаяся личинка; 5 — опустевшие яйцевые оболочки; 6 — экскременты.

Fig. 8. Contents of the typical scabious passage in the preparation of the epidermis scraping in the lactic acid.



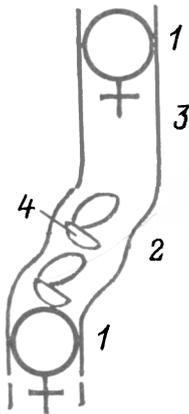


Рис. 9. Суточный элемент чесоточного хода.
 1 — дневной покой самки; 2 — яйцевые колена; 3 — ночной отрезок хода;
 4 — выходное отверстие личинки.

Fig. 9. Daily element of the scabious passage.

участки кожи по толщине рогового слоя и скорости отшелушивания, пригодные для полноценной репродукции. Обращает на себя внимание, что участки кожи, где локализуются ходы, имеют пониженную температуру, на кистях на 2—3°, на стопах на 4—5° ниже, чем остальная кожа (Тизул, 1971; Досычев, 1975). У детей эти различия еще заметнее (Скабицкий, 1979; Гринене и др., 1987). Ходы приурочены также к местам, где волосяной покров отсутствует или минимален.

Метаморфическая часть популяции, судя по высыпаниям, распределена по всему кожному покрову, заметно преобладая на передней поверхности тела от уровня подмышечных впадин до колен. Чаше кожа реагирует на неполовозрелые стадии клещей образованием фолликулярных папул (рис. 10, В), на кистях и стопах — везикул (рис. 10, Г).

В расселении клещей по кожному покрову у больного человека, судя по всему, важное значение имеют кисти рук — излюбленная локализация самок саркоптеза, «зеркало чесотки». Они являются одним из основных источников инвазионных стадий и с их помощью осуществляется пассивный перенос клещей на различные участки кожного покрова, по существу автофорезия возбудителя. В этом отношении важен динамический стереотип человека во время сна — в период активации паразита. По-видимому, не случайно преобладание метаморфических высыпаний на передней поверхности тела и их отсутствие на спине, особенно в межлопаточной области, куда не достает рука. Не исключено, что занос плодущих самок на половые органы у мужчин, где под ходами образуются крупные лентиккулярные папулы, осуществляется собственными руками.

У животных места первичного поражения саркоптозом и пути расселения по кожному покрову иные, чем у человека. Первоначально обычно вовлекается в процесс голова (большинство домашних животных), иногда также грудь, живот, боковые поверхности бедер (лошади, собаки, свиньи). Намечается зависимость распределения клещей по кожному покрову от толщины кожи, густоты и длины шерсти (Дубинин, 1954). При этом беспрепятственное размножение клещей и летальность саркоптоза для ряда видов животных, в том числе домашних, свидетельствует об эволюционно неустоявшихся паразито-хозяйинных отношениях. У человека такая форма болезни, называемая норвежской чесоткой, возникает на фоне тяжелых заболеваний, сопровождающихся иммунодефицитом (Соколова, 1985).

В жизненном цикле чесоточного зудня специализированные переживающие стадии отсутствуют. Размножение на хозяине идет непрерывно, начинаясь сразу после заражения самками или по истечении времени метаморфоза при заражении личинками. Неактивными в жизненном цикле являются яйца и хризалиды,

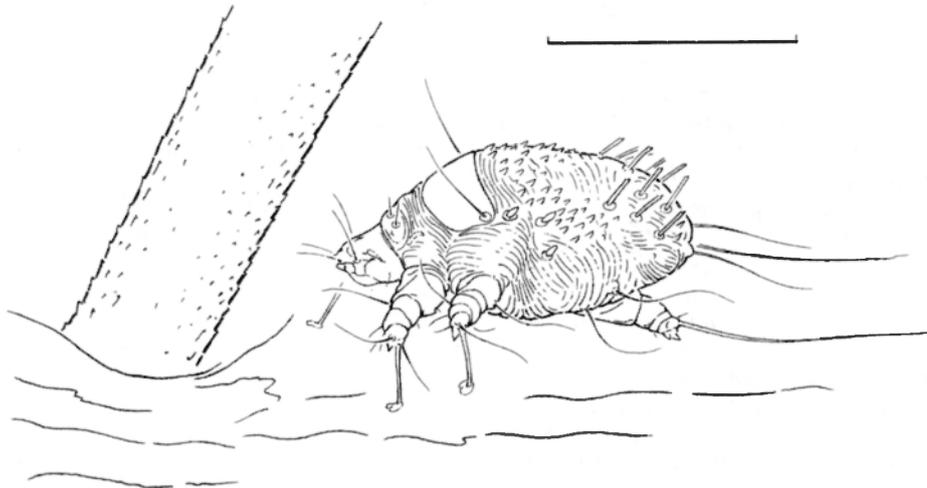


Рис. 11. Личинка *Sarcoptes scabiei* у устья волосяного фолликула.

Fig. 11. Larva of *Sarcoptes scabiei* at the hairy follicle orifice.

но и они не способны пребывать в латентном состоянии. Вне хозяина чесоточные клещи человека и животных недолговечны, их жизнеспособность зависит от гигротермического режима, в первую очередь от влажности (Шамухамедова, 1973; Mellanby, 1944; Haupt, Siebert, 1983; Arlian e. a., 1984). Нижний порог активности самок около 8°. При температуре 10—25° и относительной влажности более 60 % сроки выживания самок колеблются от 14 до 1 сут. При понижении влажности в этих интервалах температур сроки жизни значительно сокращаются. Показательно, что клещи в увлажненных кусочках кожи при температуре 35° оказываются жизнеспособными только 3 сут. Установлено, что самки способны переносить промораживание до -20°.

По нашим данным, при температуре 21—23° и относительной влажности воздуха 20—100 % самки сохраняли подвижность 1—6 сут. Критической по срокам выживания является влажность 60 %. Показательно, что даже при полном насыщении воздуха водяным паром клещи быстро теряют воду и уплощаются. Это согласуется с данными, полученными с помощью меченной тритием воды, о неспособности чесоточных клещей поддерживать водный баланс за счет поглощения воды из воздуха (Arlian e. a., 1988a). С другой стороны, при затоплении клещи быстро набухают и гибнут. Это навело нас на мысль поместить самок саркоптеза человека в физиологический раствор, т. е. среду, изотонически близкую к тканевой жидкости хозяина. Отдельные самки выжили в нем до 23 сут, в среднем 10. Этот опыт позволяет предполагать, что у клещей в коже водный баланс поддерживается за счет контакта с тканевой жидкостью, а также пищи. В то же время опыт показал, что голодание не является причиной гибели клещей во внешней среде.

В эксперименте на себе мы установили, что самки вне хозяина теряют инвазионность значительно раньше, чем обездвиживаются, что происходит по мере уплощения тела, обычно на 2-е сутки опыта. Очевидно, в норме при инвазии пребывание клещей вне хозяина или на коже ограничено во времени, причем, по нашим наблюдениям, подсаженные на кожу самки внедряются в течение 1 ч, личинки — нескольких минут. Кроме того, выход на поверхность кожи, по-видимому, ограничен суточным ритмом. В эксперименте на животных установлено, что клещи привлекаются запахом и теплом хозяина, а также повышенным содержанием CO₂, но с ограниченного расстояния порядка 6 см (Arlian e. a., 1988c).

Яйца чесоточных клещей могут попадать на поверхность кожи и во внешнюю среду при расчесывании ходов. По результатам нашего опыта (176 яиц, извлеченных из ходов, инкубировалось при 21—23°, относительной влажности воздуха 20—80 % и в висячей капле) эмбриогенез, как правило, продолжается вплоть до образования личинки независимо от влажности, но критическим моментом является вылупление. Последнее зависит от стадии, на которой яйцо извлечено, и от влажности. Личинки вылуплялись из большинства яиц, извлеченных на стадии разворота хет независимо от влажности, из 25 % — на стадии перекреста хет, преимущественно при высокой влажности, в единичных случаях — на стадии поздних эмбрионов, главным образом в висячей капле. Таким образом, инвазионное значение яиц минимально, тем более что яйца с личинками на стадии разворота хет в ходах единичны.

Малая жизнеспособность инвазионных стадий чесоточных клещей вне хозяина подтверждается эпидемиологией чесотки. По результатам нашего обследования более 400 больных непрямым путем заражения не превышает 10 %. Он выявляется преимущественно в очагах, где имеются больные с развитым процессом и высоким паразитарным индексом (числом чесоточных ходов), являющихся продуцентами инвазионных стадий в окружающую среду. Отсутствие специализированных переживающих стадий у чесоточных клещей по-особому ставит и проблему рецидива при саркоптозе. Опыт работы показал, что случаи, диагностируемые врачами как рецидив чесотки, в действительности представляют три варианта: реинвазию, недолеченность или комплекс постскабиозных явлений при полноценной терапии.

Мы рассмотрели тип паразитизма и паразито-хозяйинные отношения у чесоточного зудня на уровне особи, онтогенеза и жизненного цикла. В следующем сообщении эти отношения при саркоптозе будут проанализированы на популяционном уровне, что позволяет осветить ряд вопросов эпидемиологии и эпизоотологии.

Список литературы

- Балашов Ю. С. Паразито-хозяйинные отношения членистоногих с наземными позвоночными. Л.: Наука, 1982. 318 с.
- Беклемишев В. Н. О принципах сравнительной паразитологии в применении к кровососущим членистоногим (1945) // Биоценологические основы сравнительной паразитологии. Л., 1970. С. 250—260.
- Беклемишев В. Н. Паразитизм членистоногих на наземных позвоночных. I. Пути его возникновения // Мед. паразитол. 1951. Т. 20, № 2—3. С. 151—160, с. 233—241.
- Беклемишев В. Н. Паразитизм членистоногих на наземных позвоночных. II. Основные направления его развития // Мед. паразитол. 1954. Т. 29, № 1. С. 3—20.
- Гринене Э., Линдишене Д., Марачинскене Э., Вайткявичус В. Температура кожи детей и подростков в 6—14-летнем возрасте // Физиология человека. 1987. Т. 13, № 6. С. 994—997.
- Дубинин В. Б. Чесоточные клещи. М., 1954. 171 с.
- Досычев Е. А. Регионарные особенности кожного покрова человека по данным термостезиометрии // Вест. дерматол. и венерол. 1975. № 3. С. 13—18.
- Загорученко Е. А. Эмбриональное развитие и топографическая гистология кожи человека: Автор. дис. ... докт. мед. наук. М., 1973. 35 с.
- Захваткин А. А. Тироглифоидные клещи (Troglyphoidea) // Фауна СССР. Паукообразные. 1941. Т. 6, вып. 2. 475 с.
- Захваткин А. А. Исследования по морфологии и постэмбриональному развитию тироглифид (Sarcoptiformes, Troglyphoidea) // Сб. науч. работ МГУ. М., 1953. С. 19—120.
- Калантаевская К. А. Морфология и физиология кожи человека, Киев, 1972. 267 с.
- Кожевников П. В., Чубарова А. С., Васильева-Кочарова Л. И. Быстрота отшелушивания рогового слоя // Тр. Ленингр. ин-та усоверш. врачей. 1970. Вып. 74. С. 28—34.
- Ланге А. Б. Предличинка клещей отряда Acariformes и ее особенности у палеокарид (Palaeacariformes) // Зоол. журн. 1960. Т. 39, № 12. С. 1819—1834.
- Ланге А. Б. Паразитизм клещей на наземных позвоночных // Вопр. общ. зоол. и мед. энтомол. Тез. докл. конф., посвященной памяти В. Н. Беклемишева. М., 1965. С. 15—17.

- Ланге А. Б. Жизнь животных. Т. 3. М.: Просвещение, 1969. С. 10—134.
- Ланге А. Б. Популяционный портрет в биотехнологии // Тез. докл. 1-е Всесоюз. совещ. по проблемам зоокультуры. Ч. 3. М., 1986. С. 187—188.
- Ланге А. Б., Федоровская Р. Ф., Соколова Т. В. Новое о жизненном цикле чесоточного клеща *Sarcoptes scabiei* De Geer, его взаимосвязь с клиническими проявлениями и совершенствование диагностики чесотки // Вест. дерматол. венерол. 1984. № 12. С. 22—29.
- Ланге А. Б., Соколова Т. В., Панченко Л. А. Изменчивость чесоточного клеща *Sarcoptes scabiei* De Geer (Acariformes, Sarcoptidae) человека в связи с эпидемиологией чесотки. Сообщ. 1. Статистическая модель индивидуальной изменчивости // Мед. паразитол. 1992. № 1. С. 25—30.
- Скабицкий А. В. Некоторые функциональные показатели кожи и их регионарные особенности у детей // Вест. дерматол. и венерол. 1979. № 2. С. 48—53.
- Соколова Т. В. Случай норвежской чесотки // Вест. дерматол. и венерол. 1985. № 8. С. 59—63.
- Соколова Т. В. Экспериментальное изучение формирования чесоточного хода при чесотке // Вест. дерматол. и венерол. 1991. № 12. С. 14—23.
- Соколова Т. В., Ланге А. Б. Паразито-хозяйниная специфичность чесоточных зудней *Sarcoptes scabiei* (L.) (Acariformes, Sarcoptidae) человека и животных // Паразитология. 1992. Т. 26, вып. 2. С. 97—104.
- Соколова Т. В., Радченко М. И., Ланге А. Б. Сезонность заболеваемости чесоткой и плодовитость чесоточного клеща *Sarcoptes scabiei* De Geer как показатель активности популяции возбудителя // Вест. дерматол. и венерол. 1989а. № 11. С. 12—15.
- Соколова Т. В., Федоровская Р. Ф., Ланге А. Б. Чесотка. М.: Медицина, 1989б. 176 с.
- Тизул А. Я. Топография кожи здорового человека в комфортных условиях // Космич. биол. и медицина. 1971. Т. 5, № 6. С. 69—72.
- Шамухамедова Л. Ш. Эпидемиология, клинико-лабораторная диагностика чесотки и некоторые вопросы биологии ее возбудителя // Автор. дис. . . канд. биол. наук. М., 1973. 19 с.
- Andrews J. R. N. The origin and evolution of host association of *Sarcoptes scabiei* and subfamily Sarcoptinae murray // *Acarologia*. 1983. Vol. 24, fasc. 1. P. 85—94.
- Arlian L. G., Runyan R. A., Acharis S., Estes S. A. Survival and infestivity of *S. scabiei* var. *canis* and var. *hominis* // *J. Amer. Acad. Dermatol.* 1984. Vol. 11, N 2. P. 210—215.
- Arlian L. G., Runyan R. A., Vyszenski-Moher D. Water Balance and Nutrient Procurement of *Sarcoptes scabiei* var. *canis* // *Med. Entomol.* 1988а. Vol. 25, N 1. P. 64—68.
- Arlian L. G., Vyszenski-Moher D. L. Life cycle of *Sarcoptes scabiei* var. *canis* // *J. Parasitol.* 1988b. Vol. 74, N 3. P. 427—430.
- Arlian L. G., Vyszenski-Moher D. L., Cordova D. Host specificity of *S. scabiei* var. *canis* and the role of host odor // *J. Med. Entomol.* 1988c. Vol. 25. P. 52—56.
- Fain A. Etude de la variabiliti de *Sarcoptes scabiei* avec une revision des Sarcoptidae // *Acta Zool. Pathol.* 1968. Vol. 47. P. 1—196.
- Fain A. Epidemiological problems of scabies // *Int. J. Dermatol.* 1978. Vol. 7, N 1. P. 20—30.
- Haupt W., Siebert W. Untersuchungen zur Lebensdauer von Grabmilben deren Entwicklungsstadien in Hautgeschabseln von Schweinen unter verschiedenen Umweltbedingungen // *Arch. Exp. Vet. Med.* 1983. Vol. 37, N 4. P. 623—628.
- Mellanby K. Scabies. London, 1944. 81 p.
- Schellely W. B., Schellely E. D. Scanning electron microscopy of the scabies borrow and its contents with special reference to the *Sarcoptes scabiei* // *J. Am. Akad. Derm.* 1983. Vol. 9, N 5. P. 673—679.

Поступила 23.12.1991

МГУ имени М. В. Ломоносова;
Центральный научно-исследовательский
кожно-венерологический институт МЗ РСФСР,
Москва

PARASITISM OF THE ITCH MITE SARCOPTES SCABIEI (ACARIFORMES : SARCOPTIDAE)

A. B. Lange, T. V. Sokolova

Key words: *Sarcoptes scabiei*, life cycle, invasive stages, itch

SUMMARY

The life cycle of the itch mite *Sarcoptes scabiei* (L.), an intracutaneous parasite of man and animals, has been studied. The paper concerns morphological adaptations, embryonal and postembryonal development, life cycle pattern, scabious passage as a reproductive formation, invasive stages, feeding, reproduction and topical relationships with the host, distribution and survival in the environment.

Вклейка к ст. А. Б. Ланге и др.

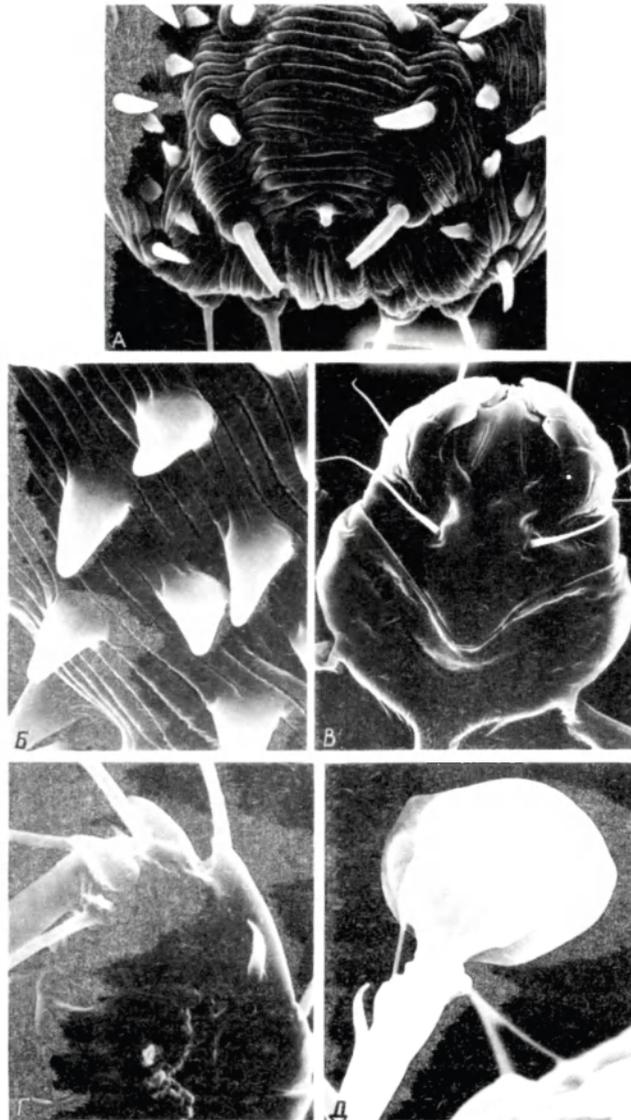


Рис. 2. Детали строения самки *Sarcoptes scabiei*. Растровый электронный микроскоп.
А — опистосома со спинной стороны, ув. 700; Б — участок покрова с хетондами, ув. 2000; В — гнатема с брюшной стороны, ув. 1000; Г — лапка 1-й пары ног, ув. 2000; Д — присоска прелапки I ног, ув. 2000.
Fig. 2. Details of the structure of *Sarcoptes scabiei* female. Scanning electron microscope.

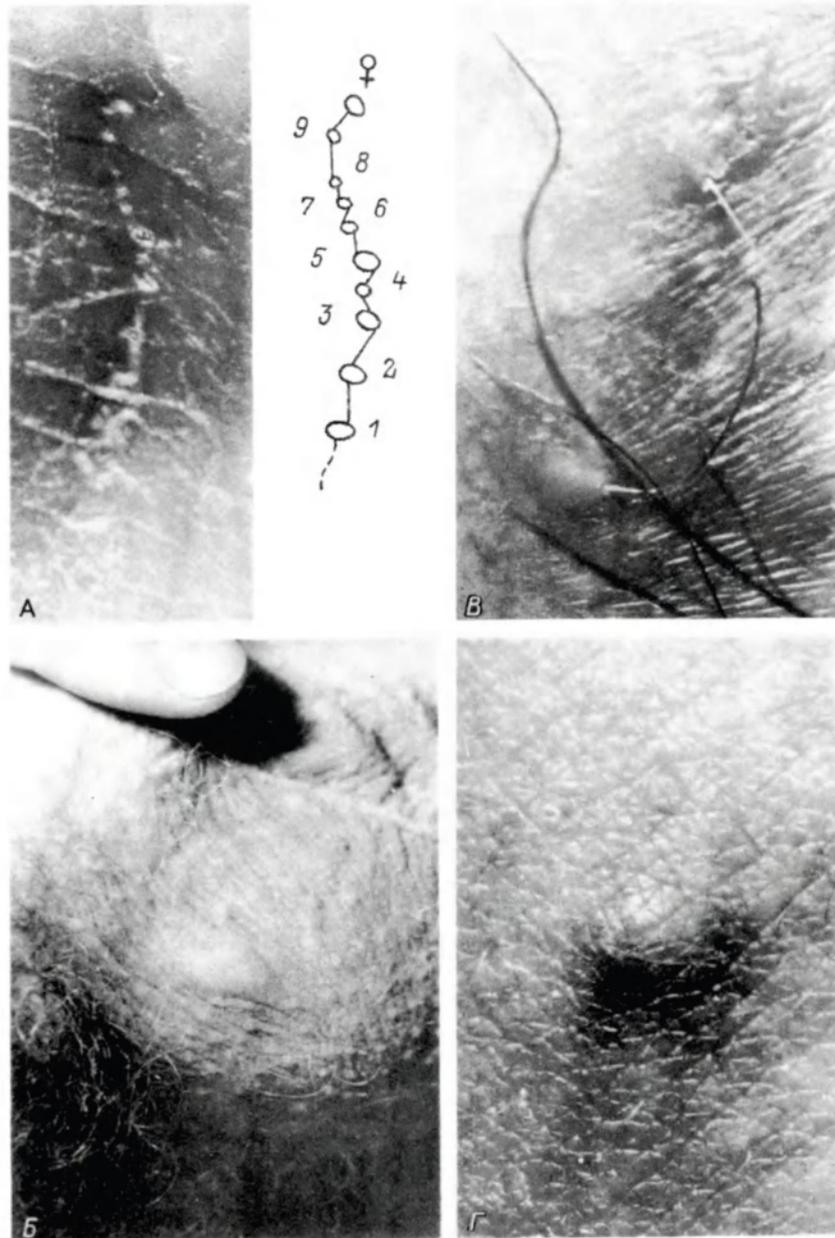


Рис. 10. Клинические проявления чесотки у человека.

A — типичный чесоточный ход на ладони, цифры на схеме — суточные элементы; *B* — лентикулярная папула с чесоточным ходом на мошонке; *V* — фолликулярные папулы на животе; *Г* — везикулы на боковой поверхности пальца.

Fig. 10. Clinical symptoms of itch in man.