

**ИММУННАЯ РЕАКЦИЯ КОМАРОВ (DIPTERA, CULICIDAE)
НА ЭНТОМОПАРАЗИТОВ И ОСОБЕННОСТИ СПОРОГОНИИ
МАЛЯРИЙНОГО ПЛАЗМОДИЯ (PROTOZOA, SPOROZOA,
HAEMOSPORIDIA)**

О.И. Калинина

Приморская государственная сельскохозяйственная академия, г. Уссурийск

Сравнивается процесс спорогонии кровяных споровиков в кишечнике комара со спорогонией эймериевых во внешней среде. Образование оболочки ооцисты плазмодия из тканей комара рассматривается как проявление неспецифического иммунитета хозяина на инвазию энтомопаразитов.

Кровяные споровики рода *Plasmodium* являются возбудителями малярии человека и животных. В крови человека встречаются четыре вида малярийных паразитов. Малярия до сих пор остается одним из опаснейших заболеваний человека. В мире ежегодно болеют более 100 млн. человек, из них около миллиона умирают (Серавин, 1984). Заболевание и цикл развития возбудителя хорошо изучены.

История изучения малярийного плазмодия подробно освещена в работе Л.Н. Серавина (1984). В 1880 г. французский полковой врач Лаверан обнаружил в эритроцитах больного малярией солдата одноклеточного амeboидного организма, которого позже назвали малярийным плазмодием. В 1887 г. И.И. Мечников впервые доказал, что малярийный плазмодий – это простейшее. Цикл развития паразита удалось расшифровать английскому врачу Р. Россу в 1887 г. В стенке желудка комара, накормленного кровью больного, он обнаружил цисты, из которых вышли подвижные стадии паразита. Для доказательства роли комаров в распространении малярии требовалось накормить зараженного комара кровью здорового человека. Поскольку проведение подобных экспериментов на людях недопустимо, Р. Росс исследовал все стадии цикла развития возбудителя малярии птиц, который у человека не паразитирует. Эксперимент на птицах доказал роль комаров в переносе малярии. В дальнейшем, ознакомившись с работой Р.

Росса, итальянские ученые во главе с зоологом Б. Грасси раскрыли все стадии цикла развития малярийного плазмодия и в человеке, и в комаре. Ими также было выяснено, что переносчиками малярии человека являются комары рода *Anopheles*. В дальнейшем работы Росса, Грасси и других исследователей помогли создать базу для успешной борьбы с малярией.

Цикл развития малярийного плазмодия подробно рассматривается во многих учебниках (Абрикосов и др., 1966, Догель, 1981, Шарова, 1999). Он происходит со сменой хозяев. Бесполое размножение (шизогония) осуществляется в организме человека, половое (гаметогония и спорогония) – в организме комара (рис. 1).

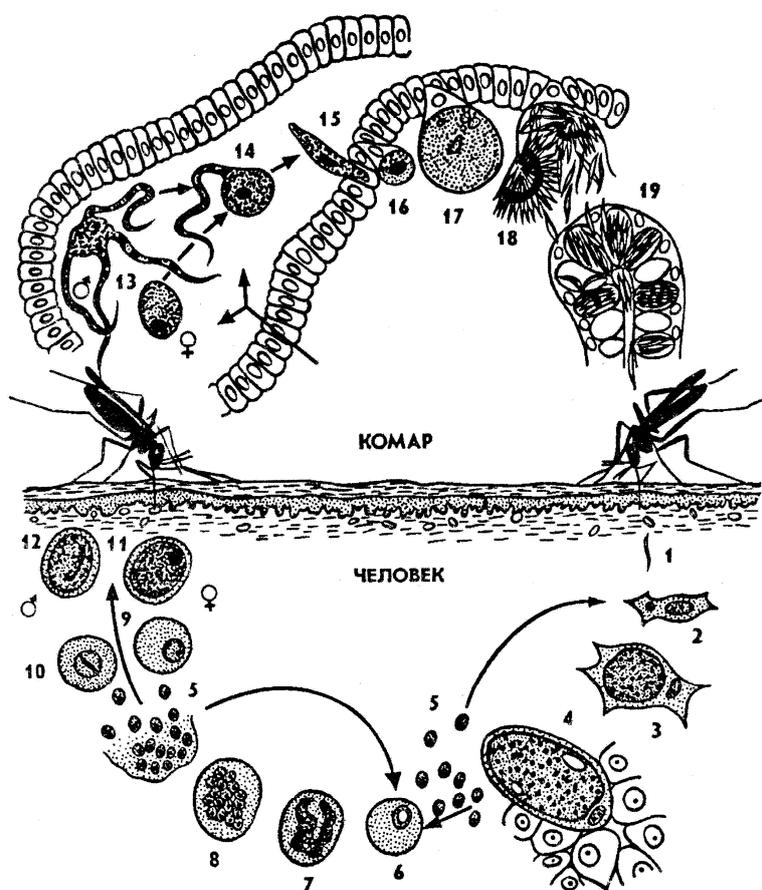


Рис. 1. Цикл развития малярийного плазмодия (из Шаровой, 1999): 1 – спорозоид; 2,3 – рост шизонта; 4 – шизогония в клетках печени; 5 - мерозонты; 6-8 – эритроцитная шизогония; 9-12 – образование гамонтов; 13 – образование макрогамет и микрогамет; 14 – копуляция гамет; 15 – зигота; 16-18 – спорогония и образование спороцисты со спорозоидами; 19 – накопление спорозоидов в слюнных железах комара

Несмотря на высокую степень изученности, цикл развития малярийного плазмодия чаще всего рассматривается с позиций эпидемиологии. Но он также представляет интерес в плане изучения эволюции паразитизма и взаимоотношений в системе паразит-хозяин. Общебиологическим аспектам паразитологии в последние годы уделяется все больше внимания, о чем свидетельствует и ряд публикаций в сборниках трудов Института паразитологии РАН (Беэр, 2004; Ройтман, Беэр, 2004; Соколов, 2004). В частности, в статье Ю.А. Березанцева и

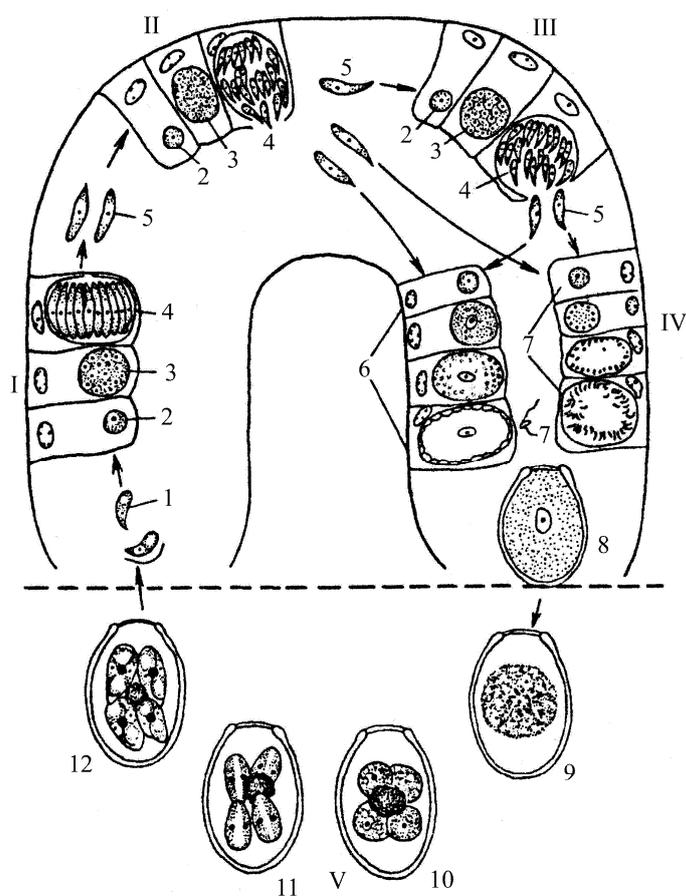


Рис. 2. Жизненный цикл кокцидий рода *Eimeria* (По: Шарова, 1999): I – первое поколение шизогонии, II – второе поколение шизогонии, III – третье поколение шизогонии, IV – гамогония, V – спорогония; 1 – спорозоиты; 2 – одноядерный шизоит; 3 – многоядерный шизоит; 4 – образование мерозоитов; 5 – мерозоиты; 6 – развитие макрогамет; 7 – развитие микрогамет; 8 – ооциста; 9,10 – образование споробластов; 11 – образование спор; 12 – зрелая ооциста с четырьмя спорами, в каждой споре по два спорозоида

Борщук Д.В. (1978) показано, что личинки гельминтов (трихинелл и гидатигер) используют стенки капсул, в которых они находятся, для поглощения питательных веществ из тканей хозяина. Образование же самих капсул представляет собой иммунную реакцию хозяина на присутствие паразита.

Сравним жизненные циклы малярийного плазмодия и возбудителя кокцидиоза кроликов эймерии (рис. 2). Малярийный плазмодий и эймерия относятся к типу Apicomplexa, классу Sporozoa, отряду Coccidia, но к разным подотрядам. Спорогония плазмодия осуществляется в комаре, а эймерии – во внешней среде. В кишечнике кролика происходит слияние макро- и микрогаметы эймерии, образовавшая зигота покрывается цистой и с экскрементами хозяина выводится во внешнюю среду. Инцистированную зиготу называют ооцистой, или спороцистой. В ней содержится небольшой запас питательных веществ, за счет которых и осуществляется спорогония, в результате чего образуется восемь спорозоитов (рис. 2: 9-12).

Спорогония малярийного плазмодия происходит в кишечнике комара (рис. 1: 6-19). В отличие от эймерии, зигота не инцистируется. Она имеет веретенообразную форму (рис. 1: 15) и внедряется в стенку кишечника, где вокруг нее образуется оболочка из тканей хозяина. На наш взгляд, образование такой оболочки не что иное как проявление неспецифического иммунитета комара против внедрения энтомопаразитов. Насекомые обычно так реагируют на заражение личинками наездников, мух-тахин. Яйца или личинки наездников и тахин, окруженные соединительнотканной оболочкой, нередко погибают. В ряде случаев паразитам удается преодолеть иммунный барьер. Эта форма проявления иммунитета по отношению к паразитическим насекомым довольно хорошо изучена (Викторов, 1976; Яхонтов, 1969). В случае же с малярийным плазмодием происходит не просто преодоление иммунного барьера, а использование соединительнотканной оболочки для всасывания питательных веществ из кишечника комара. За счет неограниченного притока питательных веществ в одной спороцисте малярийного плазмодия образуется до 10 тыс. спорозоитов.

Таким образом, использование малярийным плазмодием иммунной реакции комара для резкого повышения плодовитости за счет спорогонии позволяет достичь практически идеальной сбалансированности паразито-хозяинных отношений в системе малярийный плазмодий – комар. Комар фактически не страдает от заражения плазмодием, а паразит получает возможность повышения плодовитости и расселения.

К сожалению, такого баланса паразито-хозяинных отношений нет в системе малярийный плазмодий – человек. Если малярию не лечить, заболевание часто заканчивается смертельным исходом. Однако за счет наличия комара-переносчика, который успевает напиться крови больного человека, и высокой плодовитости паразита сохраняется возможность прохождения полного цикла развития малярийного плазмодия.

ЛИТЕРАТУРА

Абрикосов Г.Г., Беккер Э.Г., Бириштейн Л.А. и др. Курс зоологии. М.: Высшая школа, 1966. Т. 1. 552 с.

Березанцев Ю.А., Борщук Д.В. Трофическая роль капсул, индуцированных личинками гельминтов в тканях хозяев // Мат. научн. конф. Всесоюз. общества гельминтологов. Вып. 30. М., 1978. С. 18-25.

- Безр С.А.* Роль фактора патогенности паразитов в эволюции органического мира // Успехи общей паразитологии. М.: Наука, 2004. С. 65–80.
- Викторов Г.А.* Экология паразитов-энтомофагов. М.: Наука, 1976. 152 с.
- Догель В.А.* Зоология беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1981. 606 с.
- Ройтман В.А., Безр С.А.* Паразитарные системы: понятия, концепции, структуры, свойства, функции в экосистемах // Успехи общей паразитологии. М.: Наука, 2004. С. 273–317.
- Серавин Л.Н.* Простейшие... Что это такое? Л.: Наука, 1984. 176 с.
- Соколов С.Г.* Паразитарное население биологической среды как объект синэкологии // Успехи общей паразитологии. М.: Наука, 2004. С. 372–381.
- Шарова И.Х.* Зоология беспозвоночных. М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 1999. 592 с.
- Яхонтов В.В.* Экология насекомых. М.: Высшая школа, 1969. 488 с.

THE IMMUNE REACTION OF THE MOSQUITOES (DIPTERA: CULICIDAE)
ON ENTOMOPARASITES AND THE FEATURES OF SPORE-FORMATION
OF MALARIAL PLASMODIUM (PROTOZOA, SPOROZOA,
HAEMOSPHORIDIA)

O.I. Kalinina

Far Eastern State Agricultural Academy, Ussuryisk, Russia

The process of the spore-formation of malarial plasmodium in the intestine of mosquito is compared with the spore-formation of *Eimeria* in the environment. The formation of the plasmodium's oocysta coat from mosquito's tissues is considered as a nonspecific immunity of mosquitoes to the invasion of entomoparasites.