

Лабораторная работа №6

Дыхательная система и система кровообращения

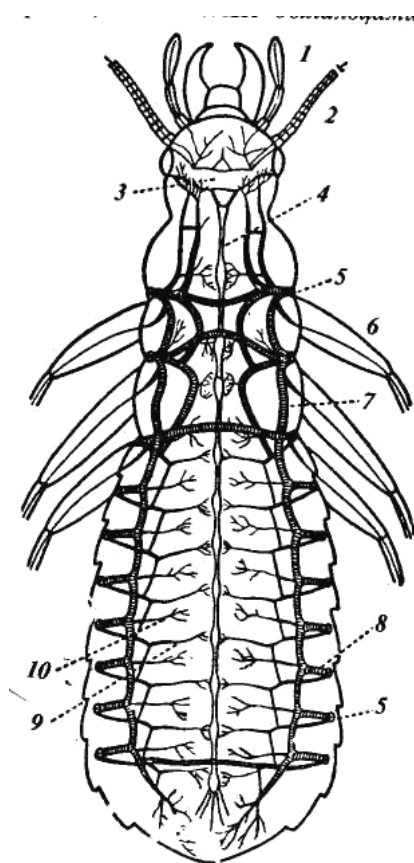
Цель занятия: изучить строение дыхательной системы и системы кровообращения насекомых

Задание:

1. Ознакомиться с теоретической частью
2. Зарисовать строение трахеи и трахейных жабр.
3. Зарисовать строение спинного сосуда.

Дыхательная система

Дыхательная система насекомых состоит из большого числа сильно разветвленных трубочек – *трахей*, пронизывающих все тело и проводящих воздух к клеткам тела (рис. 31).



- 1 – щупик,
- 2 – усик,
- 3 – головной мозг,
- 4 – нервная цепочка,
- 5 – дыхальце,
- 6 – нога,
- 7 – главный трахейный ствол,
- 8 – ветвь трахеи, подходящая к дыхальцу,
- 9 – вентральная ветвь трахейного ствола,
- 10 – висцеральная часть трахейного ствола.

Рис. 31. Трахейная система насекомого

Трахей имеют эктодермальное происхождение, изнутри выложены хитиновой *интимой*, соответствующей кутикуле кожи. На своей поверхности интима имеет нитевидные спиралевидные утолщения – *тениды*, препятствующие сплющиванию трахей при движении и изгибах

тела. Трахеи многократно ветвятся, образуя мельчайшие трахейные капилляры – *трахеолы*. У двукрылых, жуков, саранчовых, пчел и других насекомых некоторые стволы расширяются и образуют воздушные мешки (рис. 32). В отличие от обычных трахей у них отсутствуют тенидии. Воздушные мешки, запасая воздух, также амортизируют резкие биения крыловых мышц и сокращают удельный вес тела при полете. У некоторых насекомых воздушные мешки выполняют роль резонаторов в звуковых органах.

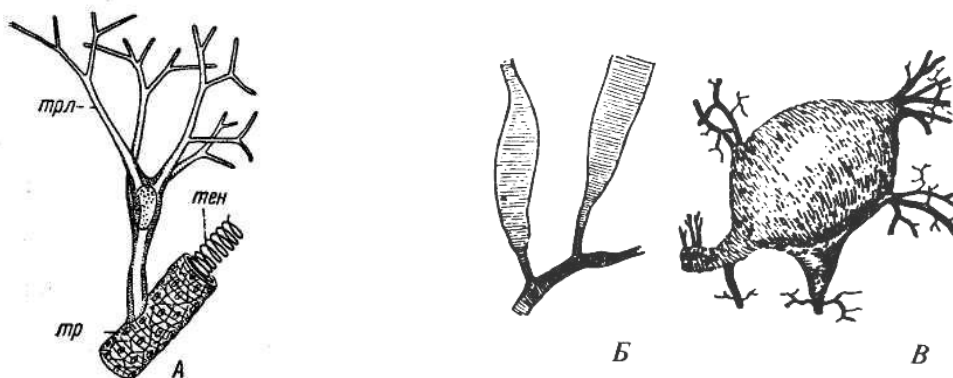


Рис. 32. Строение трахеи (А) и примеры воздушных мешков (Б, В)
трл- трахеолы, *тр* – трахеи, *тен* – тенидии

В каждом сегменте трахеи собраны в пучки, воздух в них попадает через парные по сегментно расположенные отверстия, называемые *дыхальцами*. Дыхальца регулируют поступление воздуха. Они различаются по размерам, форме и строению. Различают простые и сложные дыхальца. *Простые* дыхальца представляют собой отверстия, иногда снабженные специальными замыкательными аппаратами в виде двух створок. Сложные дыхальца обычно погружены под покровы тела и снабжены более сложными запирательными клапанами. По количеству дыхалец трахейные системы подразделяют на *голонейстические* (10 пар дыхалец – 2 пары грудных и 8 пар брюшных), *гемипнейстические* (количество дыхалец меньше 10 пар) и *апнейстические* (дыхальца отсутствуют).

Личинки поденок, веснянок, равнокрылых стрекоз и мошек, обитающие в воде, дышат с помощью трахейных жабр. Они имеют вид наружных ветвистых или пластинчатых образований, пронизанных трахеями и трахеолами и расположенных на месте дыхалец (рис. 33), газообмен происходит через их стенки. У нимф стрекоз трахейные жабры расположены на стенках прямой кишки. Насекомые периодически набирают воду в прямую кишку и выталкивают ее оттуда, омывая ректальные жабры и таким образом снабжая трахеи кислородом.

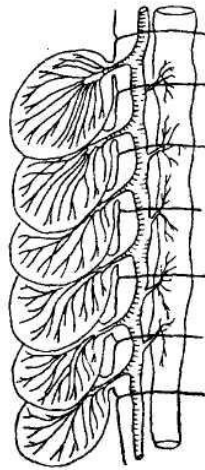
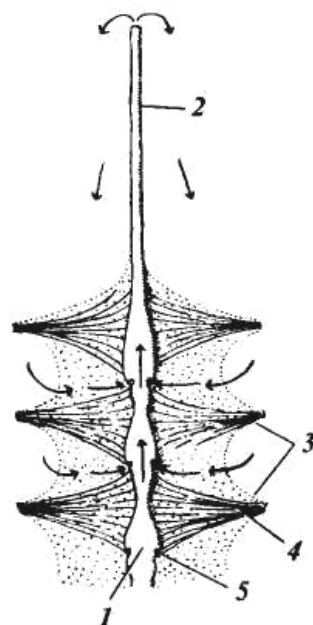


Рис. 33. Трахейные жабры личинки поденки
(по Шванвичу, 1949)

У мелких форм из первичнобескрылых и личинок некоторых внутренних паразитов из наездников и мух дыхальца отсутствуют и насекомые дышат через кожу. Некоторые из паразитических личинок включают свою трахейную систему в трахеи хозяина.

Система кровообращения

Кровеносная система у насекомых незамкнута, гемолимфа заполняет полость тела и промежутки между органами, омывая их. Постоянный ток крови обеспечивает особый пульсирующий орган кровообращения – *спинной сосуд*, расположенный в перикардальном отделе. Он подразделяется на задний отдел – *сердце*, состоящее из серии пульсирующих камер, и передний отдел – *аорту*, лишенную камер и имеющую вид трубки (рис. 33).



- 1 – сердце,
- 2 – аорта,
- 3 – дорсальная диафрагма,
- 4 – мышцы диафрагмы,
- 5 – устья, или остия.

Рис. 34. Спинной сосуд (по Снодграссу)
(стрелками показано направление тока крови)

Каждая камера имеет пару боковых отверстий – *устьиц*, или *остий*, через которые кровь попадает в камеру. Непосредственно под сердцем располагаются крыловидные мышцы, имеющие удлинненно треугольную форму и входящие в состав дорзальной диафрагмы.

Движение гемолимфы обеспечивается пульсацией камер сердца и ритмичными колебаниями верхней и нижней диафрагм. Задний конец сердца обычно замкнут, поэтому кровь движется от конца тела к голове. При расширении камеры – *диастоле*, кровь входит в камеру через остия, при сокращении – *систоле*, создающееся кровяное давление раскрывает передние клапаны и движет кровь вперед. Аорта является лишь проводящим сосудом, через которое кровь вытекает в полость головы. Полный цикл обращения гемолимфы в полости тела занимает не менее 6 минут.

Гемолимфа состоит из жидкой плазмы и кровяных телец – *гемоцитов*. В плазму входит вода с растворенными в ней газами (O_2 и CO_2) и диссоциированными неорганическими ионами (Na^+ , K^+ , Ca^+ , Mg^+ , Cl^- , HCO_3^- , $H_2PO_4^-$), а также углеводы, многоатомные спирты, липиды, аминокислоты, пигменты, мочевая кислота.

Гемоциты обычно оседают на стенках органов и лишь перед наступлением линьки и метаморфоза свободно плавают в плазме. Они формируются в специальных органах, находящихся в дорзальной диафрагме. Различают несколько типов гемоцитов (рис. 35).

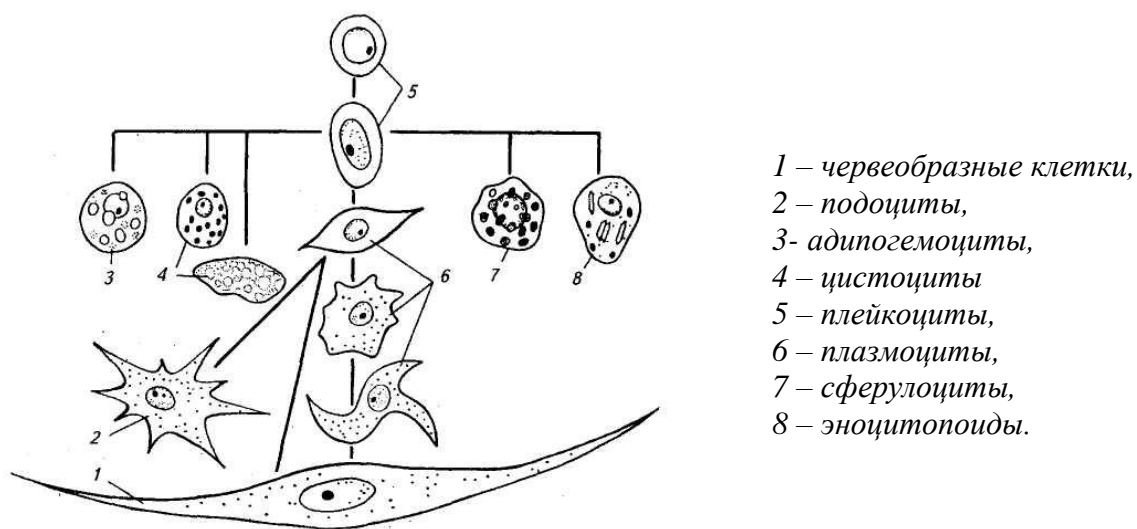


Рис. 35. Различные типы гемоцитов насекомых и их взаимоотношения (по Тыщенко, 1976)

Предполагают, что все виды гемоцитов берут начало от *пролейкоцитов*, мелких округлых клеток с относительно крупным ядром. В результате многократных митотических делений плейкоциты преобразуются в более крупные и разнообразные по форме *плазмоциты*, способные к фагоцитозу. *Сферулоциты*, встречающиеся у двукрылых и

перепончатокрылых, участвуют в транспорте гормонов; *адипогемоциты* разносят жировые включения. *Цистоциты* обеспечивают свертывание гемолимфы при ранении тела насекомого. Наряду с перечисленными гемоцитами изредка встречаются уплощенные *подоциты*, длинные *червеобразные клетки* и крупные *эноцитониды*.

Основные функции гемолимфы:

- разнос по телу питательных веществ;
- поглощение из тканей вредных продуктов обмена и перенос их к органам выделения;
- обеспечение химического взаимодействия между органами - гуморальная регуляция;
- создание необходимого внутреннего давления, благодаря которому у насекомых с мягкими покровами поддерживается форма тела;
- иммунитет, который осуществляется с помощью плазмоцитов;
- защитная функция - выбрызгивание крови для самозащиты (санчовые, кузнечики), содержание в крови, выделяющейся наружу при опасности, сильнодействующих биологически активных веществ.

Контрольные вопросы:

1. Строение дыхательной системы насекомых.
2. Типы трахейной системы по количеству дыхалец.
3. Строение системы кровообращения.
4. Основные функции гемолимфы.