

Лекция 7.

Тема: КРОВЕНОСНАЯ И ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМЫ

1. Кровеносная система
2. Кровь
3. Дыхательная система

1

Кровеносная система незамкнутая, кровь заполняет полость тела и промежутки между органами, омывает их и только часть заключена в спинной сосуд. Представлен трубкой, подвешенной на коротких тяжах к спинной стенке тела. Спинной сосуд подразделяется на задний отдел - *сердце*, состоящее из серии способных пульсировать камер, и передний отдел - *аорту*, лишенную камер и имеющую вид простой трубки.

Камеры сердца отделены друг от друга клапанами. Каждая камера имеет пару боковых входных отверстий - устьиц, через них происходит всасывание крови из полости тела внутрь камер. Задний конец сердца обычно замкнут.

Кровообращение происходит вследствие пульсации камер сердца и работы верхней и нижней диафрагм. Кровь продвигается по спинному сосуду сзади наперед. При расширении камеры - диастоле - кровь входит в нее через устьица, а при сокращении - систоле - кровяное давление раскрывает передние клапаны, смыкает задние и движет кровь вперед.

Аорта достигает спереди головы, где открывается отверстием, через которое кровь вытекает в полость головы. Движение крови подкрепляется работой диафрагм.

Работа сердца и верхней диафрагмы способствуют тому, что в задней части тела кровяное давление ниже, чем в передней части тела.

Это способствует циркуляции крови и возникновению кровообращения: по спинному сосуду - вперед, а в полости тела - назад. Число сокращений камер зависит от вида насекомого, его физиологического состояния, фазы развития и внешней среды; колеблется оно примерно в пределах от 15-30 до 150 сокращений в минуту.

Продвижению крови в различные придатки тела - как усики, ноги, крылья, хвостовые придатки - способствуют дополнительные, или местные, пульсирующие органы. В одних случаях эти органы имеют характер пульсирующих ампул, например, у основания усиков тараканов и прямокрылых; в других случаях они простираются в виде подвижных мембран, например в ногах, и пр.

2

Кровь насекомых (гемолимфа) является единственной жидкой тканью. Состоит из жидкой плазмы и кровяных телец - гемцитов. Плазма желтоватая, зеленоватая или

бесцветная; у живущих в воде личинок мух-звонцов плазма окрашена в красный цвет вследствие присутствия вещества, близкого к гемоглобину крови позвоночных.

Плазма содержит неорганические соли, питательные вещества - белки, аминокислоты, углеводы и жиры, мочевую кислоту, ферменты, гормоны и пигменты; воду примерно 75-90%. Реакция крови большей частью слабо кислая или нейтральная (рН-6~7).

Гемоциты - это лишенные оболочек амебоидные бесцветные клетки, свободно плавающие в плазме. Многообразны по форме, величине и функциям:

- пролейкоциты - молодые делящиеся клетки,
- фагоциты - клетки с гомогенной плазмой, способные заглатывать твердые тела и бактерии.

Часто большое число гемоцитов оседает вдоль боковых стенок спинного сосуда, образуя гнезда клеток, - перикардальные клетки (нефроциты), играющие роль в выделении; они извлекают из крови посторонние вещества и накапливают их в своей плазме, не выводя наружу.

Функции крови:

- 1) питательная - разнос по телу питательных веществ и снабжение ими тканей,
- 2) поглощение из тканей вредных продуктов обмена и перенос их к органам выделения,

3) гормональная - разнос гормонов,

4) механическая функция - создание необходимого внутреннего давления, или тургора. Благодаря этому у насекомых с мягкими покровами поддерживается форма тела. Путем сокращения мышц возникает повышенное давление крови и передается через нее в другое место для выполнения работы - для расправления крыльев у только что возникших взрослых особей, для развертывания хоботка.

5) иммунологическая функция. Осуществляется двояко: с помощью фагоцитов и гуморально. Фагоциты переваривают попавших в тело бактерий или окружают их, образуя капсулу. Гуморальный иммунитет встречается редко, состоит в том, что при повторных инфекциях в крови вырабатываются антитела, противостоящие воздействию патогенов.

6) защитная функция. В одних случаях кровь выбрызгивается для самозащиты (саранчовые, кузнечики и др.). В других случаях она содержит биологически активные вещества (кантаридин) и выделяется наружу при угрозе, например у нарывных жуков.

7) дыхательная функция выражена только у личинок мух-звонцов, уже упоминавшихся выше, кровь содержит химический поглотитель и переносчик кислорода - красный пигмент, близкий к гемоглобину; эти личинки живут в воде с непостоянным содержанием кислорода и названный пигмент играет важную роль в добывании и переносе кислорода и при его недостатке.

3.

Дыхательная (трахейная) система снабжает ткани и клетки тела кислородом непосредственно. Она состоит из очень большого числа сильно разветвленных воздухоносных трубок - трахей, пронизывающих все тело; они открываются наружу отверстиями - дыхальцами, а мельчайшие разветвления трахей образуют трахейные капилляры - трахеолы. У некоторых насекомых отдельные крупные трахейные стволы образуют сильные расширения - воздушные мешки.

Трахеи эктодермального происхождения и их стенки сходны по строению с кожными покровами: изнутри они выложены хитиновой интимой и подстилаются кожной гиподермой. Интима на внутренней поверхности имеет нитевидные утолщения - тенидии, которые пробегают в виде спирали по стенке трахей; они препятствуют сплющиванию трахей при движении и изгибах тела. У крылатых насекомых стволы расположены продольно, а также поперечно. Так обеспечивается трахейная связь между сегментами и между боковыми сторонами тела.

Дыхальца (стигмы) - это овальные или круглые отверстия с утолщенными краями, образующими кольцеобразную раму. Снабжены фильтрующим приспособлением в виде волосков и выростов и запирающим аппаратом; с помощью которого они закрываются и не пропускают воздух, а фильтрующее устройство предохраняет дыхательную систему от засорения при поступлении в нее воздуха. Дыхальца располагаются по бокам каждого сегмента. Их нет на головных сегментах, на одном из сегментов груди и на вершинных сегментах брюшка; число дыхалец у насекомых - 10 пар - 2 пары грудных и 8 пар брюшных. Это характерно для большинства взрослых насекомых и личинок насекомых с неполным превращением. У ряда высших насекомых и особенно у их личинок и куколок число дыхалец сокращается: на груди 1 пара дыхалец и 2-3 пары на вершине брюшка и др.

Существует апнейстическая система, характеризующаяся отсутствием дыхалец; воздух проникает в замкнутую трахейную систему через поверхность тела или через трахейные жабры. Свойственна многим водным личинкам, личинкам некоторых паразитических насекомых - наездников и мух-тахин.

Трахеолы лишены тенидий - это тончайшие окончания трахейной системы и их диаметр не превышает 1 мк. Проникают внутрь отдельных клеток.

Поступление воздуха в трахеи происходит пассивно - путем диффузии, что свойственно мягкотелым личинкам и ряду мало активных форм и активно, с помощью дыхательных движений. При дыхательных движениях брюшко изменяет свой объем путем попеременного его удлинения и укорочения; при этом те или иные дыхальца открываются или закрываются, выполняя вдыхательную или выдыхательную функцию. Ритм дыхательных движений зависит от вида насекомого, его состояния и внешних условий: медоносная пчела в покое может совершать 40 дыхательных

движений в мин., а при работе - до 120; у саранчовых с повышением температуры среды отмечено повышение их числа с 6 до 26 и более.

Закрывание и открывание дыхалец контролирует диффузию газов и водяных паров при дыхании. Избыток углекислоты или недостаток кислорода в воздухе удлиняют период открытия дыхалец. Через них испаряется вода из организма.

Особые формы дыхания:

1. через кожу,
2. включение трахейной системы насекомого в трахеи хозяина,
3. прорывание покровов хозяина и выставление своих дыхалец наружу,
4. специальные выросты, служащие местом наиболее интенсивного газообмена,
5. включение своей трахейной системы в воздухоносные сосуды растений или использование выделяемых ими пузырьков воздуха.
6. через жабры, используя растворенный в воде воздух. В большинстве жабры являются трахейными. Имеют вид наружных ветвистых или пластинчатых образований, находящихся на месте дыхалец (апнейстический тип). У личинок низших стрекоз в жабры превращены хвостовые придатки, у высших стрекоз - внутренние жабры, связанные с задней кишкой; прямая кишка, снабжена жаберными лепестками, пронизанными многочисленными трахеями. Личинка через анальное отверстие периодически набирает и выпускает воду, которая омывает стенки прямой кишки, отдает свой кислород и поглощает углекислоту; выбрасывание воды производится с силой и используется личинкой для движения по принципу ракетного двигателя. У личинок комаров наблюдается два типа водного дыхания - с помощью четырех трахейных жабр на конце брюшка и с помощью дыхательной трубки на VIII сегменте брюшка, в которую открываются дыхальца; в последнем случае дыхание происходит атмосферным воздухом, для чего дыхательная трубка выставляется на поверхность воды.

Дыхание атмосферным воздухом происходит по-разному. Некоторые, например жуки плавунец и водолюб, живя в воде, расходуют имеющийся запас воздуха и для его возобновления вынуждены время от времени подниматься до водной поверхности. При этом, например, жук-плавунец выставляет наружу конец брюшка, отгибает его от надкрылий и создает запас воздуха в образовавшейся полости; с этим запасом он погружается в воду и использует его с помощью дыхалец, которые расположены у него на спинной стороне брюшка, т. е. под надкрыльями.