

## Лекция № 4. Защитные реакции организма

**К защитным реакциям** относятся: **воспаление**, в очаге которого задерживаются и разрушаются микробы и другие болезнетворные агенты; **выработка иммунитета** у рыб при инфекционных и инвазионных болезнях; довольно быстрое у рыб заживление травматических повреждений, ран; **регенерация**, гипертрофия и гиперплазия.

Все защитные функции организма регулируются нервной системой.

### ВОСПАЛЕНИЕ

**Воспаление** — местная реакция организма животного, выработанная в процессе эволюции и возникающая при воздействии на ткань болезнетворного агента.

**Причины** воспаления разнообразны. К ним относятся 1) механические и термические факторы (например, травматическое повреждение тканей или резкое изменение температуры внешней среды), 2) влияние токсических веществ, 3) патогенные микроорганизмы, паразиты.

**В очаге воспаления может происходить** повреждение ткани, нарушение обмена веществ, гиперемия сосудов, эмиграция клеток, отделяющих воспалительный очаг от здоровой ткани. **Воспаление** — это одна из форм борьбы за существование, направленная на устранение повреждения и восстановление целостности органа или ткани.

**Признаки** воспаления разные. Например: Воспаление у теплокровных характеризуют пять основных признаков: краснота, припухлость, повышение температуры, боль и расстройство функции. Расширение сосудов, увеличение проницаемости их стенок и повышение температуры обуславливают красноту и жар, а скопление жидкости в тканях и давление ее на окончание нервов — опухоль и болезненность.

**При микроскопическом изучении воспалительного процесса выявлены три его основные признака:** **1)** повреждение или альтерация тканей; **2)** изменение стенок сосудов (повышение их проницаемости) и выход сквозь них составных частей крови и лимфы (экссудация, а жидкость, вышедшая из сосудов — экссудат); **3)** пролиферация, т. е. размножение и рост клеток поврежденной ткани, происходящий в очаге воспаления.

Все три типа клеточных реакций взаимосвязаны друг с другом.

Течение воспаления зависит от причины, его вызвавшей, и состояния организма. **Острое воспаление** с признаками экссудации протекает быстро; **хроническое** с признаками пролиферации обычно течет длительно.

**Исход воспаления может быть благополучным**, т. е. экссудат рассасывается, поврежденные ткани постепенно восстанавливаются (регенерируют). При переходе в хроническую форму процесс принимает длительное течение, что связано с общим ослаблением организма.

**Существуют три основные формы воспаления:**

**1) альтеративное**, характеризующееся повреждением тканей; часто развивается при инфекционных болезнях или действии на организм токсических веществ. Степень повреждения ткани зависит от интенсивности воспалительного процесса, его локализации и реактивности организма. Особенно четко бывают выражены

альтеративные изменения в паренхиматозных органах — печени, почках, селезенке. Течение процесса может быть острым и хроническим.

**2) экссудативное**, при котором преобладают процессы экссудации; может осложниться проникновением в экссудат гнилостных микробов. Такое воспаление сопровождается обычно некрозом (разрушением, омертвлением) ткани.

Экссудативное воспаление характеризуется нарушением проницаемости стенок кровеносных сосудов и выходом из них экссудата. В результате эмиграции лейкоциты скапливаются в воспаленной ткани, что носит название воспалительно-клеточной инфильтрации.

По характеру экссудата различают несколько видов экссудативного воспаления: серозное, фибринозное, гнойное и геморрагическое.

**Серозное воспаление** развивается чаще на слизистых оболочках и характеризуется выделением из сосудов экссудата, содержащего небольшое количество белка (3—5%) и клеточных элементов крови, а также появлением отеков. Причинами серозного воспаления могут быть изменения температуры, влияние химических веществ, а также инфекционные агенты.

**При фибринозном воспалении** экссудат содержит много белка — фибриногена, который свертывается в воспалительном очаге и выпадает на серозных оболочках.

**Гнойное воспаление** возникает в поверхностных слоях тканей и в их толще. Оно характеризуется большим количеством лейкоцитов, которые вместе с белком экссудата образуют гной — мутную, густую, сливкообразную жидкость желтовато-зеленого цвета. Такой гной наблюдается у карпа в одной из последних стадий воспаления Плавательного пузыря. Причиной гнойного воспаления чаще всего является воздействие гноеродных микроорганизмов.

**Геморрагическое воспаление** отличается содержанием в экссудате большого количества эритроцитов, что придает ему ярко-красный оттенок. Причиной этого воспаления могут быть патогенные микроорганизмы (например, при краснухе карпа), влекущие за собой повышенную проницаемость для эритроцитов стенок кровеносных сосудов.

**3) продуктивное** (пролиферативное), когда преобладают процессы разрастания тканевых элементов. Характеризуется преобладанием четко выраженного процесса размножения (пролиферации) клеточных элементов и разрастания местной ткани. Разрастающаяся ткань содержит большое количество гистиоцитов, плазменных клеток, различных форм лейкоцитов; она богата кровеносными сосудами.

Возникает при проникновении в ткани различных животных-паразитов, нередко сначала возникают альтеративные и экссудативные процессы, которые затем сменяются продуктивной реакцией. Исходом этого процесса является гибель паразита и его постепенное рассасывание или петрификация.

## РЕГЕНЕРАЦИЯ

У некоторых животных регенерация выражена в совершенной форме — восстановление утраченного хвоста ящерицы, конечностей у тритона. У рыб регенерация проявляется, например, в восстановлении разрушенных плавников или жаберных лепестков.

**Регенерация подразделяется на физиологическую и восстановительную.**

**1. Физиологическая** является естественным процессом замены старых, отмирающих клеточных элементов новыми. Этот процесс происходит в организме

постоянно (отмирание эпителиальных клеток кожи, плавников, жабр, старых клеток белой и красной крови и др.).

**2. Восстановительная** является восстановлением клеток и тканей, разрушенных в результате вредных воздействий, вызывающих болезненные изменения. В этом случае клетки ткани усиленно размножаются, что ведет к восстановлению поврежденного органа.

Некоторые ткани, например, ткань центральной нервной системы, восстанавливаются медленно, а эпителиальная ткань регенерирует довольно быстро (повреждение кожи, плавников, жабр рыб),

Процесс регенерации зависит от возраста, полноценности питания, в частности наличия витаминов, нервных и гуморальных факторов и др. У молодых животных процесс регенерации происходит быстрее, чем у старых.

**Тканевые изменения подразделяются на гипертрофию, гиперплазию.**

**1. Гипертрофия** — это увеличение объема и массы ткани или органа, в основе которого лежит увеличение размеров клеточных элементов, что сопровождается усилением их функций. Например, длительное усиление работы почек при токсикозе рыб может вызвать гипертрофию, т. е. увеличение органа в объеме, что часто влечет за собой и повышение функции такого органа. Гипертрофия имеет много общего с внутриклеточной регенерацией; разница заключается в том, что при гипертрофии увеличение внутриклеточных структур направлено не на восполнение утраченных структур, как это происходит при регенерации, а на приумножение имеющихся, что усиливает их функцию.

**2. Гиперплазия** — увеличение массы тканей не за счет повышения объема клетки, а за счет увеличения их количества.

## ИММУНИТЕТ

К защитным реакциям организма относится иммунитет (от греч. immunito — освобождение). Под иммунитетом принято понимать невосприимчивость организма (полную или частичную) к патогенным возбудителям болезней, их ядам или другим чужеродным веществам.

Иначе говоря, **иммунитет — это совокупность процессов и механизмов, поддерживающих постоянство внутренней среды и обеспечивающих защиту организма от чужеродных для него агентов.**

Иммунитет подразделяют на естественный (врожденный или видовой) и иммунитет приобретенный.

**Приобретенным называют иммунитет, который сформировался с процессе жизни животного.** Он может быть **активным**, т. е. вырабатываться самим организмом, и **пассивным**, обусловленным введением в организм защитных веществ.

Различают две **формы активного иммунитета:**

1. **естественный**, развивающийся в результате перенесенного заболевания
2. **искусственный**, вызываемый введением в организм убитых или живых вакцин (поствакцинальный). Последний пока известен у рыб только в отношении инфекционных болезней.

**Врожденный иммунитет** присущ любой особи того или иного вида животных. Напряженность его, т. е. степень его выраженности, значительно выше приобретенного, но она заметно колеблется в зависимости от вида, породы, возраста и индивидуальных особенностей данного животного.

**Видовой иммунитет** заключается в том, что данный вид по своим физиологическим и биохимическим свойствам не может быть хозяином данного возбудителя. Следовательно,

организм животного не совместим с возбудителем. Впрочем, это не значит, что возбудитель сразу же погибнет, попав в организм, обладающий к нему видовым иммунитетом. Он может там сохраняться довольно долго, но не размножаться.

**Приобретенным называют иммунитет, который сформировался с процессе жизни животного. Он может быть активным, т. е. вырабатываться самим организмом, и пассивным, обусловленным введением в организм защитных веществ.**

Различают две формы активного иммунитета:

3. **естественный**, развивающийся в результате перенесенного заболевания
4. **искусственный**, вызываемый введением в организм убитых или живых вакцин (поствакцинальный). Последний пока известен у рыб только в отношении инфекционных болезней.

Рыбоводная практика убедительно свидетельствует о способности переболевших рыб приобретать повышенную устойчивость к повторному воздействию того же патогенного агента. Повышенная устойчивость проявляется в снижении процента заболеваемости, в более легком течении болезни, в пониженной смертности, в меньшем числе паразитов, проникших в организм рыбы.

В опытах, поставленных А. К. Щербиной, в первый год все карпы заболели краснухой в типичной форме. Спустя год, при повторном заражении заболеваемость снизилась до 28%, а в последующие годы составила 6 и 9%. У заболевших рыб она протекала в легкой форме, смертность резко снизилась, а в дальнейшем вообще не наблюдалась.

**Возникший у рыб приобретенный иммунитет, как правило, носит относительный характер и зависит в первую очередь от степени первичной заболеваемости. Если она протекала в острой форме, то иммунитет после нее выражен хорошо; если же она носила хронический или стертый характер, то иммунитет выявляется в слабой степени или его вообще невозможно установить.**

**Приобретенный иммунитет разделяют на суперинфекционный (или суприспвазиопный), который сохраняется только при наличии возбудителя болезни в теле животного, и постинфекционный (или постспвазиопный), который сохраняется и тогда, когда возбудитель уже покинул организм хозяина. Такой иммунитет со временем ослабевает.**

К факторам иммунитета у рыб относят: клеточные (фагоцитоз) и гуморальные (лизоцим, комплемент, пропердин, интерферон, антитела).

**Фагоцитоз** является основной реакцией естественного иммунитета. Он заключается в том, что при проникновении в организм возбудителей — бактерий, грибов и других — фагоциты (от греч. phagien — пожираю) — элементы белой крови, направляются к месту появления возбудителя, постепенно захватывают его и переваривают (фагоцитируют). В результате чужеродный агент частично или полностью уничтожается, что приостанавливает или вообще прекращает болезнетворный процесс. Установлено, что интенсивность фагоцитоза резко повышается с возрастом рыб, а ее уровень зависит в первую очередь от температурных условий, а также от резистентности патогенного агента и индивидуальных особенностей рыб.

**Комплемент** является важнейшим фактором резистентности организма в условиях как врожденного, так и приобретенного иммунитета. Химически комплемент является очень сложным белковым соединением, состоящим из четырех компонентов, относящихся к глобулинам.

У рыб комплемент впервые обнаружен уже в начале XX в. В настоящее время его выявили у многих пресноводных и морских рыб. Установлено, что его активность заметно выше у относительно примитивных хрящевых гапонлоо (осетровые), чем у

костистых рыб. Активность комплемента зависит от экологии вида, от возраста рыбы и сезона. У хищных рыб (судак, щука) амплитуда колебаний активности комплемента ниже, чем у рыб, питающихся беспозвоночными.

**Лизоцим** — очень сложное белковое вещество, он устойчив к нагреванию и к действию кислот, но разрушается щелочами. Бактерицидная активность его тоже зависит от температуры и ослабевает с ее понижением. Лизоцим у рыб впервые найден З. В. Ермольевой в 30-х годах, причем выделен был из икры осетровых и костистых рыб. Активность лизоцима повышается при заболевании карпа острой формой краснухи. При переходе болезни в хроническую форму его активность приходит в норму. Лизоцим обнаружен А. А. Вихманом в слизи некоторых видов рыб, в частности пеляди и карпа.

**Пропердин** как гуморальный фактор врожденного иммунитета был выявлен у человека сравнительно недавно, лишь в 1954 г. По химической природе это — эуглобулин, т. е. глобулин, растворимый только в присутствии солей. Разрушается при прогревании сыворотки при 56°C. Оптимальная его активность наблюдается в слабокислой среде, биологическая активность проявляется в присутствии комплемента и попов магния. Исследования рыб на наличие этого фактора показали, что он, как и лизоцим, обнаруживается не у всех экземпляров рыб. В. И. Лукьяненко нашел его у 50% обследованных; особей русского осетра, у 35% белуги и у 30,5% костистых. Особенно низкие показатели установлены для окуня (8,1%) и судака (16,6%). Как и в случае с лизоцимом, активность пропердина усиливается при остром течении болезни, например у карпа при краснухе.

**Интерферон** играет важную роль в защите организма против вирусных болезней форели и других рыб.

**Антитела** (иммуноглобулины) представляют собой глобулины — белки крови, отличающиеся от других белков крови структурой своей молекулы. Они защищают только от той болезни, против возбудителя которой они выработаны. Они появляются в организме либо после перенесенного заболевания, либо после иммунизации.

Образование антител в организме происходит в ответ на проникновение в него антигена. Антигеном (anti — против, генос — род) называют чужеродные для организма органические вещества, вызывающие образование антител и изменяющие его иммунологическую реактивность. Антигеном могут служить вирусы, бактерии, паразиты, выделяемые ими продукты, любые чужеродные белки — липиды, полисахариды и др. Антитела реагируют с антигенами, против которых они выработаны. Одни вызывают агглютинацию (склеивание) и оседание (преципитацию) микроба, другие — их растворение, или лизис, третьи нейтрализуют токсины, выделяемые микробами.

Вплоть до конца 50-х годов способность рыб вырабатывать антитела подвергалась сомнению. В настоящее время можно считать установленным, что рыбы способны образовывать антитела, но степень антителообразования у них значительно ниже, чем у теплокровных животных. У холодолюбивых рыб антитела образуются при относительно низкой температуре.