



1. В чем заключается защитная функция кожных покровов?
2. Как слизистые оболочки препятствуют проникновению микроорганизмов во внутреннюю среду?
3. Какова роль воспаления в защите организма?
4. Что такое фагоцитоз? Какие клетки его осуществляют?
5. От каких возбудителей заболеваний защищают интерфероны?
6. Как действуют белки системы комплемента?
7. Перечислите основные факторы защиты, обеспечивающие видовой иммунитет.

§ 29. Специфическая иммунная защита внутренней среды организма

Как вы уже знаете, неспецифическая защита организма определяется совместным действием кожных покровов, слизистых оболочек и некоторых клеток крови. Она работает постоянно и ее выражение не сильно зависит от того, какой нежелательный фактор действует. Дополняющая ее специфическая защита направлена против конкретного чужеродного агента и не действует против других. Она развивается постепенно и называется *иммунным ответом*.

Для описания иммунных ответов приходится использовать специальный термин — *антиген*. Так называют любое вещество, способное вызвать иммунный ответ. В медицине под антигеном могут понимать конкретного возбудителя болезни, например вирус или бактерию. С точки зрения иммунологии это *сложные антигены*, т. к. они состоят из множества различных молекул — простых антигенов.



Иммунная система. Развитие иммунных ответов на антигены в организме осуществляется благодаря деятельности **иммунной системы**. Она представлена специализированными органами, клетками и выделяемыми этими клетками веществами.

Органами иммунной системы являются *красный костный мозг, тимус (вилочковая железа), селезенка, лимфатические узлы, миндалины*. По значимости их разделяют на первичные (центральные) и вторичные (периферические). К первичным органам иммунной системы относятся красный костный мозг и тимус. В них формируются клетки иммунной системы — лейкоциты.

Некоторые лейкоциты обеспечивают неспецифическую защиту организма. Они запускают и поддерживают воспаление, а также осуществляют фагоцитоз. Для специфической защиты организма важны отдельные группы лейкоцитов: моноциты и лимфоциты.

Моноциты образуются в красном костном мозге и попадают в кровоток. Через несколько часов они выходят через стенки капилляров в различные ткани и превращаются в *тканевые макрофаги*.

Образование всех *лимфоцитов* также начинается в красном костном мозге. Для определенной группы лимфоцитов (*В-лимфоцитов*) он является основным местом созревания. Другие лимфоциты созревают в тимусе (*Т-лимфоциты*).

Тканевые макрофаги, Т-лимфоциты и В-лимфоциты являются теми клетками иммунной системы, которые обеспечивают развитие иммунного ответа.

Развитие первичного иммунного ответа разделяют на несколько этапов. На первом этапе происходит поглощение макрофагами чужеродных частиц, попавших во внутреннюю среду организма. Далее макрофаги перемещаются в лимфатические капилляры и с током лимфы попадают во вторичные органы иммунной системы, например в лимфатические узлы. Здесь осуществляется второй этап в развитии специфической защиты.

Во вторичные органы иммунной системы из кровеносных капилляров постоянно поступают Т-лимфоциты. Макрофаги контактируют с ними, находят Т-лимфоциты нужной специфичности и активируют их на размножение. В результате в организме появляется множество клеток, необходимых для борьбы именно с этим антигеном.

Здесь важно отметить, что Т-лимфоциты различаются не только по специфичности к антигену. При созревании в тимусе Т-лимфоциты разделяются на Т-хелперы и Т-киллеры. *Т-хелперы* (от англ. *helper* — помощник) сами не вступают в борьбу с чужеродным агентом, а помогают активироваться В-лимфоцитам. Для этого они через кровоток переходят из одного вторичного органа иммунной системы в другой, затем в следующий и так далее.

В-лимфоциты также имеют рецепторы для антигенов. Такими рецепторами являются закрепленные в мембране В-лимфоцита антитела. *Антитела* — это белковые молекулы, которые могут специфически соединяться с антигеном. Для В-лимфоцитов, как и для Т-лимфоцитов, характерно огромное разнообразие по специфичности в отношении антигенов. В-лимфоциты также постоянно перемещаются из одного вторичного органа иммунной системы в другой. Это увеличивает вероятность встречи появившихся на втором этапе Т-хелперов с В-лимфоцитом нужной специфичности.

Когда такая встреча осуществляется, В-лимфоцит получает от Т-хелпера сигнал активации и начинает делиться. При этом все его потомки сохраняют присущую исходной клетке специфичность рецепторов. То есть и на третьем этапе развития специфической защиты организм во много раз увеличивает количество нужных клеток.



Большая часть размножившихся В-лимфоцитов превращается в *плазматические клетки (плазмоциты)*. Так называются В-лимфоциты, которые из вторичных органов иммунной системы переходят в плазму крови. Они синтезируют и выделяют в кровь огромное количество антител. Эти антитела имеют ту же специфичность, что и рецепторы исходного В-лимфоцита. Антитела связываются с антигеном, что способствует его быстрому уничтожению фагоцитирующими клетками. Сформированная таким образом специфическая защита называется **гуморальным иммунным ответом**.



§29-1

Специфическая защита с участием *Т-киллеров* развивается в тех случаях, когда возбудитель болезни уже успел проникнуть в клетки организма. Как вы уже знаете из главы 4, такими возбудителями чаще всего являются вирусы. В связи с тем что вирусы размножаются внутри клеток, на них не могут подействовать антитела. Т-киллеры убивают пораженные вирусом клетки и тем самым способствуют борьбе с вирусом. Такая защита осуществляется без участия антител и называется **иммунным ответом клеточного типа**.

Иммунные ответы развиваются в течение 7—10 дней. Они сочетаются с продолжающими действовать факторами неспецифической защиты — воспалением, фагоцитозом, работой системы комплемента и др. Это и позволяет полностью очистить внутреннюю среду организма от чужеродных агентов, проще говоря — человек выздоравливает.

Но самое главное то, что после развития специфических защитных реакций (развития *первичного иммунного ответа*) в организме возникает **индивидуальный (приобретенный) иммунитет** к данному возбудителю. Это возможно потому, что, кроме первичных иммунных ответов, в организме развиваются вторичные.

Вторичный иммунный ответ. Его развитие основывается на том, что часть Т- и В-лимфоцитов, которые размножились в ходе формирования первичного иммунного ответа, становятся долгоживущими клетками. Они сохраняют жизнеспособность в течение нескольких лет, в отличие от обычных лимфоцитов, которые живут несколько месяцев. Если в организм снова попадает такой же антиген, иммунный ответ на него развивается в течение нескольких часов. Так происходит потому, что клеток с нужной специфичностью рецепторов во много раз больше, чем перед первичным иммунным ответом. Такой быстрый иммунный ответ называется *вторичным*. Развитие вторичного иммунного ответа не позволяет возбудителю болезни размножиться до такого количества, при котором он бы мог успешно атаковать организм хозяина. Поэтому мы даже не замечаем, что были инфицированы.

Таким образом, приобретенный индивидуальный иммунитет базируется на Т- и В-лимфоцитах, остающихся от первичного иммунного ответа. Благодаря их наличию организм, условно говоря, «помнит» о каждом

чужеродном агенте, который вызвал иммунный ответ. Поэтому такие клетки называют *клетками иммунологической памяти*.

Аллергия. Одной из ситуаций, когда иммунная система создает определенные проблемы, является развитие у людей особых реакций на некоторые вещества. Эти реакции называются аллергическими, а вызывающие их вещества — *аллергенами*.

У человека, имеющего повышенную чувствительность к тому или иному аллергену, при контактах с ним наблюдаются физиологические отклонения от нормы. Степень выраженности таких отклонений варьирует от легкого покраснения участков кожи (диатез у детей) до смертельно опасных затруднений дыхания.

Наиболее распространенными формами аллергии являются пищевая аллергия и аллергия на пыльцу растений. Несмотря на то что вызывать аллергию могут многие вещества, профилактика и оказание помощи при сильно выраженных реакциях имеет общий характер. Профилактические меры заключаются в ограничении, по возможности, контакта с аллергеном. В случае пищевых аллергий из рациона человека исключают содержащие аллерген продукты. При реакции на пыльцу во время цветения многих растений (весна и первая половина лета) ограничивается пребывание в местах возможного контакта с пылью.

Оказание помощи заключается в использовании специальных противоаллергических препаратов. Их действие направлено на снятие основных симптомов, которые являются следствием образования гистамина при контакте с аллергеном. Как вы знаете из предыдущего параграфа, гистамин способствует развитию воспаления. При воспалении резко изменяется работа кровеносной системы. И если небольшое воспаление в месте повреждения покровов приносит уже известную вам пользу, то реакция организма на большую дозу аллергена (**аллергическая реакция, или аллергия**) сильно нарушает нормальное физиологическое состояние.

Следует помнить, что противоаллергические препараты не излечивают от аллергии. Они предназначены для снятия симптомов, поэтому их нужно применять либо в период проявления реакции, либо профилактически перед предполагаемым контактом с аллергеном. Например, страдающим аллергией на пыльцу растений антигистаминные (противоаллергические) препараты можно принять непосредственно перед выездом на природу.

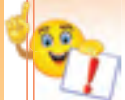
Исследования причин развития аллергических реакций являются одним из приоритетных направлений в современной иммунологии и медицине. На ближайшие десятилетия прогнозируется разработка методов лечения склонных к аллергии людей.



§29-1



§29-1



Специфическую защиту организма — иммунный ответ — осуществляют макрофаги, Т-лимфоциты и В-лимфоциты. В результате их последовательного взаимодействия в течение нескольких дней в организме увеличивается количество Т- и В-лимфоцитов, необходимых для борьбы с определенным чужеродным агентом. В-лимфоциты продуцируют антитела, которые специфически связываются с этим агентом и ускоряют его уничтожение. После первичного иммунного ответа в организме в течение нескольких лет сохраняются Т- и В-лимфоциты данной специфичности — клетки иммунологической памяти. Это обеспечивает приобретенный (индивидуальный) иммунитет. Аллергия является одним из проявлений деятельности иммунной системы. Люди, склонные к аллергии, должны избегать контакта с аллергеном и применять противоаллергические препараты.



1. Что такое антиген?
2. Из чего состоит иммунная система человека?
3. Какие клетки обеспечивают специфическую защиту организма?
4. Какова роль макрофагов в развитии иммунного ответа?
5. Чем отличается гуморальный иммунный ответ от иммунного ответа клеточного типа?
6. На чем основан индивидуальный (приобретенный) иммунитет?
7. В каких случаях деятельность иммунной системы может приводить к нежелательным последствиям?

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Многоклеточные организмы способны создавать для своих клеток оптимальные условия существования. Эти условия поддерживаются в течение всей жизни организма за счет совместной деятельности всех его органов и систем. У растений такая деятельность регулируется с помощью фитогормонов. У животных постоянно внутренней среды поддерживается специальными системами — нервной и эндокринной. Эти системы действуют совместно, что обеспечивает нейрогуморальную регуляцию.

Особую роль в поддержании гомеостаза у позвоночных животных играет иммунная система. Она обеспечивает как защиту внутренней среды организма от проникновения возбудителей болезней и чужеродных веществ, так и освобождение от них в случае проникновения. Клетки иммунной системы — лейкоциты — осуществляют неспецифические и специфические защитные реакции, благодаря которым у животных имеется видовой (врожденный) иммунитет, а в течение жизни формируется индивидуальный (приобретенный) иммунитет.