

# • **ИММУННАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА.**

- 1. Общая характеристика органов иммунной системы.
- 2. Центральные и периферические органы иммунной системы их функции.
- 3. Основные закономерности строения и развития органов иммунной системы.
- 4. Понятие об иммунологической реактивности.
- 5. Иммунитет, его виды.
- 6. Механизмы иммунитета.
- 7. Аллергия и анафилаксия.

- Иммунная система - это совокупность лимфоидных тканей и органов тела, обеспечивающая защиту организма от генетически чужеродных клеток или веществ, поступающих извне или образующихся в организме. Органы иммунной системы, содержащие лимфоидную ткань, выполняют функцию охраны постоянства гомеостаза в течение всей жизни индивидуума. Они обеспечивают распознавание и уничтожение проникших в организм или образовавшихся в нем клеток и других посторонних веществ, несущих на себе признаки генетически чужеродной информации.

- Иммунная система имеет 3 особенности:
- она генерализована по всему телу
- ее клетки постоянно циркулируют по ССС
- она обладает способностью вырабатывать специфические антитела в отношении каждого антигена.
- К иммунной системе относят органы, имеющие лимфоидную ткань. В лимфоидной ткани выделяют 2 компонента: строму - ретикулярную опорную соединительную ткань, состоящую из ретикулярных клеток и ретикулярных волокон
- клетки лимфоидного ряда: лимфоциты, плазмоциты, макрофаги

- Органы иммунной системы подразделяют на центральные и периферические. К центральным органам иммунной системы относятся костный мозг и тимус. В костном мозге из стволовых клеток образуются В-лимфоциты (бурсозависимые) и предшественники Т-лимфоцитов. В тимусе происходит дифференцировка Т-лимфоцитов (тимусзависимых) из предшественников Т-лимфоцитов. Затем обе эти популяции лимфоцитов с током крови поступают в периферические органы иммунной системы, которые непосредственно осуществляют поиск чужеродного.

- К периферическим органам иммунной системы относятся:
- миндалины кольца Пирогова-Вальдейера
- лимфоидные узелки в стенках полых органов дыхательной (гортани, трахеи, бронхов), пищеварительной (пищевода, желудка, тонкой и толстой кишки, аппендикса, желчного пузыря), мочевой (мочеточника, мочевого пузыря, мочеиспускательного канала) систем
- лимфоидные узелки большого сальника («иммунной фабрики брюшной полости»), матки

- селезенка - единственный орган, контролирующей генетическую «чистоту» крови
- множество лимфоцитов, которые находятся в крови, лимфе, тканях и осуществляют поиск чужеродных веществ.

- Органы иммунной системы подразделяют на центральные и периферические. К центральным органам иммунной системы относятся костный мозг и тимус. В костном мозге из стволовых клеток образуются В-лимфоциты (бурсозависимые) и предшественники Т-лимфоцитов. В тимусе происходит дифференцировка Т-лимфоцитов (тимусзависимые) из предшественников Т-лимфоцитов. Затем обе эти популяции лимфоцитов с током крови поступают в периферические органы иммунной системы, которые непосредственно осуществляют поиск чужеродного.

- Костный мозг является одновременно органом кроветворения и центральным органом иммунной системы. Общая масса костного мозга у взрослого человека 2,5-3 кг. Половину его составляет красный костный мозг, остальное - желтый.
- Красный костный мозг располагается в губчатом веществе плоских костей, эпифизов трубчатых костей. Он состоит, из ретикулярной ткани, миелоидной и лимфоидной ткани на разных стадиях развития. Содержит стволовые клетки - предшественники всех клеток крови и лимфоцитов.



- Количество лимфоцитов, работающих на нашу защиту, составляет шесть триллионов ( $6 \times 10^{12}$ ), из этого числа лимфоцитов, масса которых в теле взрослого человека равна в среднем 1500 г, на долю крови (без кроветворных и иммунных органов) приходится лишь 0,2% (3 г), что составляет примерно двенадцать миллиардов ( $12 \cdot 10^9$ ) клеток. Остальные лимфоциты находятся в лимфоидной ткани органов иммунной системы (100 г), в красном костном мозге (100 г) и в других тканях, включая лимфу (1300 г).

- Лимфоциты - это подвижные округлые клетки от 8 до 18 мкм. Большинство циркулирующих лимфоцитов - это малые лимфоциты диаметром около 8 мкм. Примерно 10% составляют средние лимфоциты диаметром 12 мкм. Большие лимфоциты (лимфобласты) диаметром около 18 мкм встречаются в центрах размножения лимфатических узлов и селезенки. В норме они в крови и лимфе не циркулируют. Именно малый лимфоцит является основной иммунокомпетентной клеткой. Средний лимфоцит представляет собой начальную стадию дифференцировки В-лимфоцита в плазматическую клетку.

- Т-лимфоциты развиваются в костном мозге из стволовых клеток до незрелой формы. Последние с кровью переносятся в тимус, в которой они созревают и превращаются в Т-лимфоциты, а затем, минуя костный мозг, расселяются в лимфатических узлах, селезенке или циркулируют в крови, где на их долю приходится 50-70% всех лимфоцитов. Различают несколько форм (популяций) Т-лимфоцитов, каждая из которых выполняет определенную функцию. Т-хелперы (помощники) взаимодействуют с В-лимфоцитами, превращая их в плазматические клетки, вырабатывающие антитела.

- В-лимфоциты развиваются из стволовых клеток в самом костном мозге, который аналогичен фабрициевой сумки (бурсы) - клеточного скопления в стенке клоачного отдела кишки у птиц. Из костного мозга В-лимфоциты поступают в кровь, составляя 20-30% циркулирующих лимфоцитов. Затем с кровью они заселяют бурсозависимые зоны периферических органов иммунной системы (селезенку, лимфатические узлы, лимфоидные узелки стенок полых органов пищеварительной, дыхательной и других систем), где из них дифференцируются эффекторные клетки:

- В-лимфоциты памяти и антителообразующие клетки - плазмоциты, которые синтезируют иммуноглобулины пяти разных классов: IgA, IgG, IgM, IgE, IgD. Основная функция В-лимфоцитов - создание гуморального иммунитета путем выработки антител, которые поступают в жидкости организма: слюну, слезы, кровь, лимфу, мочу и т.д. Антитела связываются с антигенами, что дает возможность фагоцитам поглощать их. Нулевые лимфоциты не проходят дифференцировки в органах иммунной системы, но при необходимости способны превращаться в В- и Т-лимфоциты. На их долю приходится 10-20% лимфоцитов крови.

- Общие закономерности для всех органов иммунной системы.
- Рабочей тканью (паренхимой) органов иммунной системы является лимфоидная ткань.
- Все ее органы рано закладываются в эмбриогенезе: костный мозг и тимус начинают закладываться на 4-5 неделе эмбриогенеза, лимфатические узлы и селезенка - на 5 неделе, небные и глоточные миндалины - на 10 неделе, лимфоидные узелки аппендикса и лимфоидные бляшки тонкой кишки - на 14-16 неделе, лимфоидные узелки в слизистой оболочке внутренних полых органов - на 16-18 неделе.

- Органы иммунной системы достигают своего максимального развития (масса, размеры, число лимфоидных узелков, наличие в них центров размножения) в детском и подростковом возрастах. Все лимфоидные органы достигают пика своего развития к 16 годам, а лимфоидные узелки в органах иммуногенеза - к 4-6 годам (поэтому «профилактическое» удаление небных миндалин и аппендиксов в 1960 гг. у детей в некоторых странах приводило через несколько лет после операции к появлению опухолей органов в соответствующих областях).

- Во всех органах иммунной системы наблюдается ранняя возрастная инволюция (обратное развитие) лимфоидной ткани и ее замещение жировой и соединительной тканью. К 20-25 годам все лимфоидные органы становятся такими же, как у 50-60-летних людей. Половина красного костного мозга, начиная с 10 лет, превращается в желтый костный мозг. Аналогично начинает уменьшаться тимус. У детей и подростков наблюдается уменьшение лимфоидных узелков и в периферических органах иммунной системы.



- Все вышесказанное в совокупности приводит к снижению защитных сил организма, о чем свидетельствует рост числа опухолевых и других заболеваний у людей пожилого возраста. В то же время по мере уменьшения общей массы лимфоидной ткани в организме происходят качественные компенсаторные сдвиги в органах иммунной системы, обеспечивающие у большинства людей иммунную защиту на достаточно высоком уровне.

- Особенности центральных органов иммунной системы:
- Центральные органы иммунной системы расположены в хорошо защищенных от внешних воздействий местах (кости, тимус - в грудной полости за грудиной).
- И костный мозг, и тимус являются местом дифференцировки лимфоцитов из стволовых клеток. В костном мозге из стволовых клеток образуются В-лимфоциты и предшественники Т-лимфоцитов, а в тимусе из поступивших из костного мозга туда с кровью предшественников образуются Т-лимфоциты.

- Лимфоидная ткань в центральных органах иммунной системы находится в своеобразной среде микроокружения и симбиозе с другими тканями. В костном мозге такой средой является миелоидная ткань, в тимусе - эпителиальная ткань

- Закономерности для периферических органов иммунной системы:
- Все периферические органы иммунной системы располагаются на путях возможного внедрения в организм чужеродных веществ или на путях их следования в организме. Они формируют здесь своеобразные пограничные, охранные зоны, содержащие лимфоидную ткань. Так, миндалины образуют лимфоидное кольцо Пирогова - Вальдейера у входа в пищеварительную систему и дыхательные пути.

- Лимфоидные узелки, лимфоидные бляшки, а также диффузная лимфоидная ткань в слизистой оболочке органов пищеварения, дыхания и мочевыводящих путей находятся под эпителиальным покровом этих органов на границе с внешней средой (пищевые массы, воздух с содержащимися в нем микробами, пылевыми частицами, моча).

- Иммунологическая реактивность - свойство живой системы отвечать на воздействия различных факторов внешней и внутренней среды. Понятие иммунологической реактивности включает в себя 4 взаимосвязанных явления:
  - 1) невосприимчивость к заразным болезням, или иммунитет
  - 2) реакции биологической несовместимости тканей
  - 3) реакции повышенной чувствительности (аллергию и анафилаксию)
  - 4) явления привыкания к ядам

- Антигены – чуждые для организма вещества, вызывающие образование антител в крови и других тканях. Антитела - белки группы иммуноглобулинов, образующиеся в организме при попадании в него антигенов и нейтрализующие их вредное действие. Иммунитет - это невосприимчивость организма к возбудителям болезней или токсинам. Иммунные реакции направлены не только против возбудителей болезней и их токсинов, но и против всего чужеродного: чужих клеток и тканей, генетически изменившихся в результате мутации собственных клеток, в том числе и раковых.

- Врожденный (видовой) иммунитет является наследственным признаком для данного вида животных. По прочности или стойкости его разделяют на абсолютный и относительный. Абсолютный иммунитет является очень прочным: никакие воздействия внешней среды не ослабляют иммунитет (у собак и кроликов не удастся вызвать заболевание полиомиелитом при их охлаждении, голодании, травме). Относительный видовой иммунитет менее прочен, зависит от воздействия внешней среды (птицы в обычных условиях невосприимчивы к сибирской язве, но если ослабить их путем охлаждения, голодания, то они заболевают ею).



- Приобретенный иммунитет приобретается в процессе жизни и делится на естественно приобретенный и искусственно приобретенный. Каждый из них по способу возникновения разделяется на активный и пассивный.
- Естественно приобретенный активный иммунитет возникает после перенесения соответствующего инфекционного заболевания. Естественно приобретенный пассивный иммунитет (врожденный, или плацентарный, иммунитет) обусловлен переходом защитных антител из крови матери через плаценту в кровь плода.

- Таким путем получают иммунитет новорожденные дети по отношению к кори, скарлатине, дифтерии. Через 1-2 года, когда антитела, полученные от матери, разрушаются, восприимчивость его к этим инфекциям резко возрастает. Пассивным путем иммунитет в меньшей степени может передаваться и с молоком матери. Активный искусственный иммунитет достигается путем прививки здоровым людям культур убитых или ослабленных патогенных микробов, ослабленных токсинов или вирусов.

- Пассивный искусственный иммунитет воспроизводится путем введения человеку сыворотки, содержащей антитела против микробов и их токсинов. Особенно эффективны антитоксические сыворотки против дифтерии, столбняка, ботулизма, газовой гангрены. Применяют также сыворотки против змеиных ядов. В зависимости от направленности действия различают также антитоксический, антимикробный и противовирусный имму.
- Механизмы иммунитета делятся на неспецифические, т.е. общие защитные приспособления, и специфические иммунные механизмы.

- Механизмы неспецифического иммунитета включают ряд защитных барьеров:
- 1) Неповрежденная кожа является барьером для большинства микробов, а слизистые оболочки имеют приспособления (движения ресничек) для механического удаления микробов.
- 2) Уничтожение микробов с помощью естественных жидкостей (лизоцим, соляная кислота.).
- 3) Бактериальная флора, содержащаяся в толстом кишечнике, слизистой оболочке полости носа, рта, половых органов, является антагонистом многих патогенных микробов

- 4) Гематоэнцефалический барьер (эндотелий капилляров головного мозга и сосудистых сплетений его желудочков) защищает ЦНС от попадания в нее инфекции и чужеродных веществ.
- 5) Фиксация микробов в тканях и уничтожение их фагоцитами.
- 6) Очаг воспаления в месте проникновения микробов через кожу или слизистую оболочку играет роль защитного барьера.
- 7) Интерферон - вещество, которое угнетает внутриклеточное размножение вируса.

- Специфический иммунный механизм иммунитета включает 3 связанных между собой компонента: А-, В- и Т-системы.
- А-система способна воспринимать и отличать свойства антигенов от свойств собственных белков. Главный представитель этой системы - моноциты. Они поглощают антиген, накапливают его и передают сигнал (антигенный стимул) исполнительным клеткам иммунной системы.
- В-система включает В-лимфоциты. После получения антигенного стимула от моноцитов В-лимфоциты превращаются в плазматические

- клетки, которые синтезируют специфические по отношению к антигену антитела - иммуноглобулины пяти классов: IgA, IgD, IgE, IgG, IgM. В-система обеспечивает развитие гуморального иммунитета.
- Т-система включает Т-лимфоциты. После получения антигенного стимула Т-лимфоциты превращаются в лимфобласты, которые усиленно размножаются и созревают. В результате образуются иммунные Т-лимфоциты, способные распознавать антиген и взаимодействовать с ним. Различают Т-лимфоциты: Т-хелперы, Т-супрессоры и Т-киллеры.

- Т-хелперы помогают В-лимфоцитам, повышая активность и превращая их в плазматические клетки. Т-супрессоры (угнетатели) понижают активность В-лимфоцитов. Т-киллеры (убийцы) взаимодействуют с антигенами - чужеродными клетками и уничтожают их. Т-система обеспечивает формирование клеточного иммунитета и реакции отторжения трансплантата, предупреждение возникновения в организме опухолей, создавая противоопухолевую устойчивость, и поэтому ее нарушения могут способствовать развитию опухолей.



- Аллергия – извращенная реактивность организма к повторным воздействиям каких-либо веществ или к компонентам собственных тканей. В основе аллергии лежит иммунный ответ, протекающий с повреждением ткани.
- При первом внедрении в организм антигена, называемого аллергеном, изменений не происходит, но накапливаются антитела или иммунные лимфоциты к этому аллергену. Спустя некоторое время, на фоне высокой концентрации антител или иммунных лимфоцитов, повторно введенный аллерген вызывает расстройства жизнедеятельности, а иногда и гибель организма.

- К типичным аллергенам относятся различные виды пыльцы трав и цветов, шерсть домашних животных, моющие порошки, косметические средства, пищевые вещества, лекарства, красители, чужеродная сыворотка крови, домашняя и производственная пыль. Кроме названных экзоаллергенов, проникающих в организм извне различными путями (через дыхательные пути, через рот, кожу, слизистые оболочки, путем инъекций), в больном организме образуются аутоаллергены из его собственных белков под влиянием и различных повреждающих факторов.

- Все аллергические реакции разделяют на две группы:
- реакции замедленного типа  
(гиперчувствительность замедленного типа);
- реакции немедленного типа  
(гиперчувствительность немедленного типа).
- В возникновении первых реакций главная роль принадлежит взаимодействию аллергена с сенсibilизированными Т-лимфоцитами, в возникновении вторых - нарушению деятельности В-системы и участию гуморальных аллергических антител-иммуноглобулинов

- К реакциям замедленного типа относятся: реакция туберкулинового типа (бактериальная аллергия), аллергические реакции контактного типа (контактный дерматит), некоторые формы лекарственной аллергии, многие аутоаллергические заболевания (энцефалит, системная красная волчанка, ревматоидный артрит), аллергические реакции отторжения трансплантата.
- К аллергическим реакциям немедленного типа относятся: анафилаксия, сывороточная болезнь, бронхиальная астма, крапивница, поллинозы (сенная лихорадка), отек Квинке.

- Анафилаксия - возникающая при парентеральном введении аллергена (анафилактический шок и сывороточная болезнь). Анафилактический шок - одна из наиболее тяжелых форм аллергии. Это состояние может возникнуть у человека при введении лечебных сывороток, антибиотиков, сульфаниламидов, новокаина, витаминов. Сывороточная болезнь возникает у человека после введения лечебных сывороток (противодифтерийной) и гамма-глобулина с лечебной или профилактической целями. Проявляется лихорадкой, болями в суставах, их отеком, кожным зудом, высыпаниями на коже.

- К аллергии относятся и идиосинкразия - сверхчувствительность организма к некоторым пищевым продуктам (рыба, молоко, земляника), медикаментам (йод, бром), вдыхаемой пыльце цветов, косметическим средствам. Идиосинкразия отличается от анафилаксии тем, что возникает сразу после первого введения, без предварительной сенсibilизации. При воздействии вызывающего идиосинкразию агента антитела и иммунитет не образуются. Проявляется идиосинкразия общим недомоганием, сыпью и отеком кожи.