

# Тема. Понятие об иммунологии. Неспецифические факторы защиты организма.

План лекции.

1. История развития учения об иммунитете.
2. Понятие о иммунологии как науке.
3. Неспецифические факторы защиты организма.
4. Механические и физико-химические барьеры.
5. Клеточные факторы неспецифической защиты организма.
6. Гуморальные факторы неспецифической защиты.

## Исторические данные о развитии учения об иммунитете.

Учение об иммунитете как о системе защиты организма человека и животных против инфекций появилось в результате наблюдений за развитием и угасанием многочисленных эпидемий заразных болезней. Ещё в древности отмечено, что при эпидемиях чумы, оспы некоторые люди, находящиеся в очаге заражения, оставались здоровыми. Состояние невосприимчивости к возбудителям инфекционных заболеваний стали обозначать термином "иммунитет" (освобожденный, избавленный, невосприимчивый).

Основателем иммунологии является Л. Пастер, который разработал вакцины против бешенства, сибирской язвы и научно обосновал принцип вакцинации.

В 80 – 90-х годах XIX века французским ученым Э. Ру и Берингом в Германии получены противодифтерийная анитоксическая сыворотка, нейтрализующая токсин дифтерийной палочки. Большая заслуга в развитии иммунологии принадлежит двум крупнейшим ученым П. Эрлиху и И.И. Мечникову. И.И. Мечников своим учением о фагоцитозе заложил основы клеточной иммунологии. Эрлих считается основоположником учения об антителах и гуморальном иммунитете. За последние 100 лет в иммунологии сделаны открытия, имеющие большое значение для биологии и медицины.

Были открыты и изучены основные формы реагирования иммунной системы – иммунный фагоцитоз, аллергия, иммунологическая память, толерантность, разработаны сотни вакцин, диагностических и других иммунобиологических препаратов. Особенно плодотворным для иммунологии был период с 50-х годов XX века - связан с развитием молекулярной биологии, биохимической генетики, цитологии и других наук. В наши дни иммунология решает сложные и актуальные проблемы медицины по предупреждению и лечению многих инфекционных болезней.

## Иммунология как наука и ее разделы.

*Иммунология* – наука, изучающая способы и механизмы защиты организма от генетически чужеродных веществ – антигенов, направленные на сохранение и поддержание гомеостаза, структурной и функциональной целостности организма, биологической индивидуальности.

Иммунология подразделяется на общую и частную.

*Общая иммунология* изучает иммунологические процессы на молекулярном, клеточном и органном уровнях.

*Частная иммунология* решает конкретные задачи применительно к тем или иным медицинским проблемам, в том числе:

- Иммунопрофилактика – разрабатывает методы и средства диагностики, профилактики и лечения инфекционных болезней,
- Иммуноонкология – решает те же задачи применительно к злокачественным опухолям,
- Трансплантационная иммунология решает проблему несовместимости при пересадке органов и тканей,
- Аллергология разрабатывает меры профилактики и лечения аллергических

- болезней,
- Иммунобиотехнология разрабатывает принципы получения и приготовления иммунобиологических препаратов.

**Защита организма** от антигенов, т.е. поддержание гомеостаза, осуществляется **двумя группами факторов:**

- Факторами, обеспечивающими **неспецифическую** резистентность, т.е. устойчивость организма к антигенам.
- **Специфическими** факторами иммунитета.

К факторам *неспецифической резистентности* относятся:

- механические барьеры,
- физико - химические барьеры,
- иммунологические барьеры.

**Механические барьеры.** К ним относятся *кожа и слизистые оболочки*, которые механически защищают организм от проникновения в него антигенов (бактерий, вирусов, макромолекул). Эту же роль выполняют слизь и реснитчатый эпителий верхних дыхательных путей. Многослойный эпителий здоровой кожи и слизистых оболочек выполняют барьерную функцию при сохранении целостности, однако при наличии даже малозаметных микроповреждений (ссадины, ожоги, воспаление, укусы насекомых) они становятся входными воротами инфекции. Некоторые микроорганизмы способны проникать через неповрежденные слизистые оболочки: вирусы и некоторые бактерии проникают в организм межклеточно и с помощью фагоцитов, переносящих поглощенных микробов через эпителий слизистых оболочек. Свидетельством этого служат инфицирование в естественных условиях через слизистые оболочки верхних дыхательных путей, легких, ЖКТ, урогенитального тракта, а также возможность пероральной и ингаляционной иммунизации живыми вакцинами.

К **физико-химическим барьерам** относятся *ферменты, соляная кислота* желудочного сока, *жирные кислоты и альдегиды* потовых и сальных желез кожи. Они разрушают попадающие в организм антигены. Секреты потовых и сальных желез обладают бактерицидным действием вследствие наличия в них уксусной, муравьиной, молочной кислот. В кишечнике мощными инактивирующими факторами служат *желчь*, ферменты поджелудочной железы и *нормальная микрофлора*, которая выделяет *бактериоцины* – вещества наподобие антибиотиков, угнетающие патогенные виды микробов.

**Иммунобиологическую защиту** осуществляют *клеточные факторы:* фагоцитирующие клетки, поглощающие и переваривающие антигены и *гуморальные факторы:* система комплемента, лизоцим, интерферон, защитные белки крови, а также воспаление.

#### **Роль воспаления в естественной защите макроорганизма.**

Воспаление как защитная реакция организма на раздражение и повреждение ткани различными антигенами (физическими, химическими, биологическими) возникло на более высокой ступени эволюции, чем фагоцитоз (а именно у организмов, обладающих кровеносной и нервной системой). Помимо фагоцитоза, который является обязательным компонентом воспалительной реакции, в ней действуют и другие механизмы защиты, благодаря которым в очаге воспаления происходит фиксация, уничтожение микроорганизмов или других инородных веществ.

Существенную роль в механизме воспаления играют гистамин, серотонин. Они повышают проницаемость стенок капилляров и в зоне воспаления появляются макрофаги и экссудат, содержащий комплемент, фибриноген и антитела. Фагоциты, скапливающиеся в изобилие в очаге воспаления, создают своеобразный вал, препятствующий дальнейшему распространению микроорганизмов. Коагуляция фибриногена приводит к закупорке межклеточных пространств фибрином. Тромбируются мелкие кровеносные сосуды, что препятствует продвижению возбудителей гематогенным и лимфогенным путем, такая

блокада способствует задержке возбудителя в очаге воспаления. Неблагоприятные условия для его размножения создаются за счет гипоксии, гипертермии.

В результате взаимодействия макрофагов, антител и комплемента происходит уничтожение возбудителя, вызвавшего воспаление.

### **Клеточные факторы неспецифической защиты организма.**

Когда микроорганизмы преодолевают защитные барьеры кожи и слизистых оболочек и проникают в ткани, на месте их внедрения может развиваться воспалительная реакция. Воспаление можно рассматривать как защитно-приспособительную реакцию, в которой *основным механизмом*, приводящим к освобождению организма от микробов и других инородных тел является **фагоцитоз** (от греческого фагос - пожираю, цитос – клетка). Механизм фагоцитоза состоит в поглощении, переваривании, инактивации инородных для организма веществ специализированными клетками - *фагоцитами*.

К фагоцитирующим клеткам И.И.Мечников отнес *макрофаги* и *микрофаги*. К макрофагам относятся тканевые макрофаги (альвеолярные, перитонеальные), глубокие клетки кожи, клетки Купфера, моноциты крови; к микрофагам – нейтрофилы крови. В настоящее время все фагоциты объединены в единую мононуклеарную фагоцитирующую систему.

Функции фагоцитов обширны:

- удаляют из организма отмирающие клетки и их структуры,
- удаляют неорганические вещества, пыль и. т. д.,
- поглощают микробы и их инактивируют (бактерии, вирусы, грибы),
- участвуют в регуляции иммунной системы.

Т.о., фагоциты являются, с одной стороны, своеобразными мусорщиками, очищающими организм от всех инородных частиц независимо от их природы и происхождения, а с другой, - участвуют в процессах специфического иммунитета путем представления антигена иммунокомпетентным клеткам ( Т и В лимфоцитам) и в регуляции активности этих клеток (макрофаги).

Процесс фагоцитоза имеет несколько *стадий*:

1. Приближение фагоцита к объекту поглощения (хемотаксис)
2. Адсорбция объекта на поверхности фагоцита.
3. Поглощение объекта.
4. Переваривание объекта с помощью лизосомальных ферментов.

В том случае, если проходят все стадии и процесс завершается перевариванием микробов, фагоцитоз называется *завершенным*. Если же поглощенные микробы не погибают, а иногда даже размножаются, то такой фагоцитоз называется *незавершенный* (вирус оспы, возбудитель туберкулеза, ВИЧ - инфекции блокируют ферментативную активность фагоцита).

Активность фагоцитов характеризуется фагоцитарным показателем (оценивается по числу бактерий, поглощенных или переваренных одним фагоцитом в единицу времени).

### **Гуморальные факторы неспецифической защиты.**

К гуморальным факторам неспецифической защиты относятся различные вещества, растворенные в биологических жидкостях организма — комплемент, диизоцим, интерферон, защитные белки сыворотки крови и многие другие.

**Комплемент** является одним из важных гуморальных факторов, играющим большую роль в защите организма от антигенов - открыт в 1899г. Ж.Борде. Комплемент представляет собой сложный комплекс белков сыворотки крови, находящийся обычно в неактивном состоянии и активирующийся при образовании комплекса «антиген-антитело». В состав комплемента входят 20 взаимодействующих между собой белков, 9 из которых являются основными компонентами комплемента и обозначаются ( С1 -, С2 - С3 - ...С9).

Активация комплемента представляет собой каскад ферментативных реакций, в результате

которого образуется активный цитотоксический комплекс («комплекс мембранной атаки»), разрушающий стенку бактерий и других клеток.

Функции комплемента разнообразны:

- участвует в лизисе микробных и других клеток
- обладает хемотаксической активностью
- участвует в анафилаксии
- участвует в фагоцитозе

Следовательно, комплемент является компонентом многих иммунологических реакций, направленных на освобождение организма от микробов и др. чужеродных клеток и антигенов (например, опухолевых, клеток трансплантата.)

**Лизоцим** – протеолитический фермент, который синтезируется макрофагами, нейтрофилами и другими фагоцитирующими клетками и постоянно поступает в жидкости и ткани организма. Фермент содержится в крови, лимфе, слезах, молоке, сперме, на слизистых оболочках дыхательных путей, ЖКТ, мочеполовых путей. **Лизоцим разрушает клеточную стенку Грамположительных бактерий**, что приводит к их лизису и способствует фагоцитозу.

**Интерферон** - представляет собой белки семейства гликопротеинов, которые синтезируются клетками иммунной системы и соединительной ткани.

В зависимости от того, какими клетками синтезируется интерферон, различают 3 его вида:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -интерферон.

*$\alpha$ -интерферон* вырабатывается лейкоцитами и называется *лейкоцитарным*.

*$\beta$ -интерферон (фибробластный)* синтезируется фибробластами - клетками соединительной ткани.

*$\gamma$ -интерферон (иммунный)* - вырабатывается Т - лимфоцитами.

**Интерферон обладает противовирусной активностью.** Механизм его действия заключается в том, что ИФН связывается со специальными рецепторами зараженных вирусами клеток, **угнетая репродукцию вируса в клетке и препятствуя выходу вирусных частиц из клетки.**

Интерфероны синтезируются клетками постоянно, но их количество в крови держится на низком уровне. Их продукция резко возрастает при инфицировании организма вирусами. Действие ИФН тем эффективнее, чем раньше он начинает синтезироваться или поступать в организм извне, его используют с профилактической и лечебной целью при многих вирусных инфекциях (гриппе, гепатитах В, С, Д, герпесе), при лечении злокачественных опухолей и иммунодефицитах.

**Защитные белки сыворотки крови** –протеины, участвующие в защите организма от микробов и других антигенов:

- *белки острой фазы* (С-реактивный белок - вырабатывается в печени в ответ на повреждение тканей и клеток, является индикатором воспаления).
- *Фибронектин* - универсальный белок плазмы крови и тканевых жидкостей, синтезируемый макрофагами.
- *$\beta$ -лизины* - белки сыворотки крови, синтезируемые тромбоцитами, повреждают цитоплазматическую мембрану бактерий.

Таким образом, факторы неспецифической резистентности участвуют в защите организма от *любых антигенов* независимо от их природы и характера. Они не имеют специфической направленности действия применительно к конкретному антигену и первыми встают на их пути. Если антигены преодолевают неспецифические факторы защиты, тогда начинает функционировать иммунная система, распознающая антиген и включающая специфические реакции, направленные на обезвреживание антигена.

## **Тема: Иммунная система организма человека. Иммунокомпетентные клетки. Антигены.**

*Цель:*

Студент должен представлять:

- иммунную систему организма и ее функции,
- центральные и периферические органы иммунной системы,
- основные клетки иммунной системы,
- современное понятие «иммунитет», виды иммунитета,
- антигены, свойства антигенов, их виды.

План лекции.

1. Определение и виды иммунитета
2. Иммунная система организма, центральные и периферические органы.
3. Происхождение и формирование иммунокомпетентных клеток.
4. Характеристика Т- и В- лимфоцитов.
5. Макрофаги как антигенпрезентирующие клетки.
6. Характеристика антигенов..

**Иммунитет** – это способ защиты организма от генетически чужеродных веществ – антигенов с целью поддержания гомеостаза, структурной и функциональной целостности организма и его биологической индивидуальности.

*Иммунный надзор*, который осуществляется иммунной системой, играет исключительно важную роль в жизнедеятельности организма, обеспечивая его нормальное функционирование, предохранение от многочисленных болезней.

### **Виды иммунитета.**

Различают иммунитет:

- *врожденный и*
- *приобретенный.*

*Врожденный (видовой) иммунитет* – это присущая данному виду животных или человеку невосприимчивость (нечувствительность) к определенным возбудителям болезней. Он передается из поколения в поколение, присущ всем особям данного вида и обусловлен генетическими особенностями вида. Видовой иммунитет не связан с иммунной системой организма, поэтому его можно отнести к неспецифической резистентности. Например, человек нечувствителен к некоторым возбудителям болезней животных (чума крупного рогатого скота), а животные – к болезням человека (корь, скарлатина, дифтерия).

*Приобретенный иммунитет* формируется в процессе жизни человека. Он бывает:

- *естественный (активный и пассивный)*
- *искусственный (активный и пассивный).*

Активный иммунитет формируется в результате *активного вовлечения в*

*процесс* иммунной системы под влиянием конкретного антигена, например, при вакцинации или инфекции. Пассивный иммунитет возникает при введении в организм *готовых антител* к определенному антигену (через плаценту, при серотерапии и серопротекции).

*Естественный активный* иммунитет возникает в результате перенесенного инфекционного заболевания и поэтому называется *постинфекционный*. Он может быть различной длительности, от нескольких месяцев до пожизненного (после кори).

*Естественный пассивный* иммунитет обеспечивается передачей антител через плаценту от матери к плоду. Он сохраняется в течение первых 6 месяцев жизни ребенка, защищая его от тех возбудителей, антитела к которым присутствуют в крови матери.

*Искусственный активный* иммунитет формируется при введении в организм препаратов, содержащих антигены (вакцины, анатоксины), то есть *вакцинации*, и называется *поствакцинальный*. Он напряженный и длительный, сохраняется несколько лет.

*Искусственный пассивный* иммунитет возникает при введении в организм сывороток и иммуноглобулинов (при серотерапии и серопротекции). Он кратковременный, сохраняется в течение 2- 4 недель, создается для экстренной профилактики.

*По механизму развития* иммунитет бывает *гуморальный (обусловлен антителами)* и *клеточный (обусловлен преимущественно иммунными клетками)*.

Также иммунитет бывает *стерильный и нестерильный*. Стерильный иммунитет *сохраняется при отсутствии антигена* в организме, а нестерильный существует только при *наличии возбудителя в организме* (например, при туберкулезе).

В зависимости от локализации иммунитет бывает *местный и общий*. Местный иммунитет обеспечивает защиту кожи и слизистых оболочек. Общий иммунитет обеспечивает защиту всей внутренней среды организма.

### **Иммунная система организма.**

Иммунная система выполняет функцию *иммунного надзора* за постоянством внутренней среды организма, защиты от появления генетически чужеродных молекул и клеток. Принцип ее действия основан на распознавании «свой - чужой».

Иммунная система представлена *лимфоидной тканью*. Это специализированная, анатомически обособленная ткань, разбросанная по всему организму в виде различных лимфоидных образований. Суммарная масса этой ткани составляет 1 -2 % массы тела.

*К лимфоидной ткани относятся* тимус (зобная железа или вилочковая железа), селезенка, костный мозг, лимфатические узлы, групповые лимфатические фолликулы или пейеровы бляшки, миндалины, а также циркулирующие в крови лимфоциты. Лимфоидная ткань состоит из ретикулярных клеток, образующих остов ткани, и лимфоцитов, находящихся

между этими клетками.

Основными *функциональными клетками* иммунной системы являются **лимфоциты**, подразделяющиеся на Т- и В- лимфоциты, и фагоциты.

Анатомически иммунная система разделена на *центральные и периферические органы*.

К *центральному* органам иммунной системы относят костный мозг и вилочковую железу (тимус), в них происходит формирование и созревание (размножение, дифференцировка и обучение) иммунокомпетентных клеток. Тимус формирует (инструктирует) Т- лимфоциты, а костный мозг и сумка Фабрициуса (у птиц) - формирует В-лимфоциты.

К *периферическим* органам относят селезенку, лимфатические узлы и скопления лимфоидной ткани по всему организму, а также кровь и лимфу. В периферических органах клетки размножаются и функционируют и осуществляют реакции клеточного и гуморального иммунитета, поэтому их называют иммунокомпетентными клетками (иммуноцитами).

**Тимус** - центральный орган лимфопоэза позвоночных. Эта железа появляется в период внутриутробного развития и к моменту рождения достигает 10-15 г, окончательно дозревая к пятому году жизни, достигая максимальных размеров (30-40 г) к 10-12 годам, после 30 лет начинается обратное развитие тимуса. В корковом веществе тимуса предшественники Т-лимфоцитов, образовавшиеся из стволовых клеток костного мозга, превращаются в зрелые Т-лимфоциты. По мере созревания они покидают тимус через лимфатические сосуды и попадают в кровь.

Дети с врожденным отсутствием тимуса нежизнеспособны из-за иммунологической некомпетентности лимфоцитов. При удалении тимуса у взрослых, а также при старении снижается функция иммунитета.

**Костный мозг** содержит *полипотентные стволовые клетки*, которые являются родоначальницами всех форменных элементов крови, в том числе иммунокомпетентных клеток. В стволе костного мозга формируются клетки-предшественники лимфоцитов, в том числе популяции предшественников В-лимфоцитов, которые затем разносятся по всему организму кровотоком, дозревают в периферических тканях и занимают В-зоны. Здесь же образуются предшественники Т-лимфоцитов, которые впоследствии мигрируют в тимус. Фагоциты и их предшественники также образуются в костном мозге.

**Групповые лимфатические фолликулы** являются скоплением лимфоидной ткани в слизистой оболочке тонкой кишки. Их продукция в значительной степени обеспечивают местный иммунитет слизистой оболочки кишечника и регулирует видовой состав его микрофлоры.

**Небные миндалины** представляют собой скопление лимфоидных элементов глоточного кольца, они защищают верхние дыхательные пути от возникновения воспалительных заболеваний и регулирует микрофлору полости рта и носоглотки.

**Лимфатические узлы** - мелкие округлые образования по ходу лимфатических сосудов. 95 % лимфоцитов в лимфатических узлах постоянно

циркулируют в лимфатических и кровеносных сосудах. Они выполняют функцию биологического сита, через них фильтруется лимфа, задерживаются и концентрируются антигены.

**В селезенке** - существуют Т и В - зависимые зоны расположения лимфоцитов. В селезенке в основном концентрируются плазматические клетки - продуценты антител.

**Лимфоидные скопления** образуются в слизистой оболочке гортани, бронхах, почках, коже при воспалительных заболеваниях соответствующей локализации.

**Кровь** относится к периферическим органам иммунитета. В ней циркулируют Т- и В- лимфоциты.

#### **Происхождение и формирование иммунокомпетентных клеток.**

Родоначальницей всех клеток крови, в том числе и лимфоцитов, является **стволовая клетка** костного мозга, которая при дифференцировке и пролиферации может превращаться в предшественников Т- и В-лимфоцитов. Предшественники Т-лимфоцитов мигрируют в тимус, где под влиянием тимозина созревают и дифференцируются, образуя разновидности лимфоцитов: Т-хелперы, Т-супрессоры, Т-эффекторы (киллеры). Предшественники В- лимфоцитов мигрируют в костный мозг, где превращаются в костно- мозговые В-лимфоциты, которые переходят в плазматические клетки, продуцирующие антитела.

#### **Характеристика иммунокомпетентных клеток.**

Основные клетки иммунной системы — лимфоциты и фагоциты, а также гранулоциты и моноциты крови.

По функциональной активности иммунокомпетентные клетки подразделяют на **регуляторные и эффекторные**. *Регуляторные клетки* «управляют» функцией иммунной системы путем выработки медиаторов — иммуноцитоккинов. *Эффекторные клетки* являются исполнителями иммунного реагирования. Они действуют на объект также путем биосинтеза биологически активных веществ (БАВ).

*Фагоциты* -самая многочисленная часть иммунокомпетентных клеток, различная по морфологическим свойствам. Фагоциты обладают регуляторной и эффекторной активностью, вырабатывают иммуноцитоккины, ферменты и другие БАВ, обеспечивает вне- и внутриклеточное разрушение антигена, фагоцитоз, а макрофаги также **переработку и представление антигена Т-хелперам**, репарацию тканей.

*Лимфоциты* — подвижные мононуклеарные клетки, которые в зависимости от места созревания подразделяются на **Т- и В-лимфоциты**. Лимфоциты непосредственно распознают генетически чужеродные молекулы и участвуют в регуляции иммунного ответа, формировании гуморального и клеточного иммунитета, иммунологической толерантности и памяти, реакциях гиперчувствительности. Лимфоциты постоянно циркулируют между различными органами и тканями.

*В-лимфоциты* - это **эффекторные** иммунные клетки, ответственные за синтез антител — иммуноглобулинов, обеспечивают гуморальный иммунный



ответ. Также участвуют в презентации антигена, гиперчувствительности немедленного типа. Активностью В-лимфоцитов управляют молекулярные антигены, Т-хелперы, макрофаги и другие антигенпрезентирующие клетки.

*Т-лимфоциты* - сложная популяция лимфоидных клеток, состоящая из клеток-регуляторов и эффекторов (Т-киллеры), которые различаются по функциональной активности. Т-лимфоциты обеспечивают клеточные формы иммунного ответа, определяют силу и продолжительность иммунной реакции.

*Т-киллеры* (клетки-убийцы) — субпопуляция клеток-эффекторов, на долю их приходится 25% всех Т-лимфоцитов. Они ответственны за клеточный иммунитет в различных его проявлениях: разрушают чужеродные клетки, мутированные клетки собственного организма, участвуют в ГЧЗТ, разрушают клетки-мишени, в частности инфицированные вирусами и бактериями при непосредственном контакте за счет выделяемых ферментов - токсинов.

*Т-хелперы* (помощники) выполняют регуляторную сигнальную функцию, передавая информацию об антигенах Т- и В-лимфоцитам. Т-хелперы синтезируют цитокины (интерлейкины,  $\gamma$ -интерферон и др.), с помощью которых активируют Т- и В-лимфоциты, включают созревание, размножение и дифференцировку клеток-эффекторов В присутствии хелперов синтез антител увеличивается 2-3 раза. На поверхности Т-хелперов содержится рецептор CD4, поэтому по международной номенклатуре их обозначают как CD4-лимфоциты.

Имеются также *0-клетки* («нулевые»), на поверхности которых нет маркеров, присущих Т- и В-лимфоцитам, и *НК-клетки* (естественные киллеры), которые играют важную роль в противоопухолевом иммунитете и противодействуют внутриклеточной инфекции.

## Антигены.

*Антигены — это полимеры органической природы, генетически чужеродные для макроорганизма, вызывающие в нем иммунные реакции, направленные на его устранение.*

Антигены имеют разнообразное происхождение. Различают:

- **экзогенные антигены** — попадают в организм из внешней среды. Они разделяются на природные (образуются в процессе природного биологического синтеза) и синтетические (получены искусственно направленным химическим синтезом),
- **Эндогенные антигены** — появляются в собственном организме при структурных изменениях нормальных молекул или при генетической мутации.

*Природными антигенами* являются бактерии, грибы, простейшие, вирусы, клетки животных и растений, продукты их жизнедеятельности. *Синтетическими антигенами* - лекарственные препараты, красители, продукты бытовой химии, пищевые добавки и др.

Антигены попадают в организм различными путями: через кожные покровы и слизистые оболочки, непосредственно во внутреннюю среду, минуя покровы или образовываясь внутри организма. Они распознаются иммунокомпетентными клетками и вызывают разнообразные иммунологические реакции, направленные на их инактивацию, разрушение и удаление.

Характерными свойствами антигенов являются:

- **Антигенность,**
- **Специфичность,**
- **Иммуногенность.**

**Антигенность** - способность антигена взаимодействовать с факторами иммунной системы, а именно с антителами.

**Специфичность** – способность антигена избирательно реагировать со строго определенными антителами или клонами лимфоцитов. При этом взаимодействие происходит не со всей молекулой антигена, а только с ее небольшим участком, который называется антигенная детерминанта. Молекулы антигенов имеют большие размеры, в их структуре определяется множество антигенных детерминант, которые распознаются разными по специфичности антителами.

**Иммуногенность**- способность антигена вызывать иммунный ответ организма, иммунную защиту организма. Иммуногенность относится только к микробным антигенам. Степень иммуногенности зависит от ряда факторов со стороны самого антигена:

1. Чужеродность антигена, то есть отличие структуры антигена от молекул организма. Чем более чужеродным является антиген для организма, тем более сильный иммунный ответ он вызывает, т.е. обладает более выраженной иммуногенностью.
2. Природа антигена – значительно влияет на его иммуногенность. Наиболее выраженными иммуногенными свойствами обладают *белки*. Напротив, *чистые полисахариды, нуклеиновые кислоты и липиды* слабоиммуногенны. В то же время липополисахариды, гликопротеины, липопротеины способны достаточно активировать иммунную систему.
3. Относительная молекулярная масса антигена. Так, небольшие полипептидные молекулы с массой менее 5000 D, как правило, не иммуногенны. В то же время полисахарид с массой 600 000D [вызывает достаточно сильную иммунную реакцию
4. Структура антигена – более выраженной иммуногенностью обладают глобулярные формы молекул, чем фибриллярные (нитевидные).
5. Растворимость антигена – если вещество нерастворимо и не может быть получено в виде коллоидного раствора, оно не является антигеном.

Также на силу иммунного ответа влияет динамика поступления антигена в организм, способ его введения и количество.

Исходя из выраженности антигенности различают:

- **Полноценные антигены,**

- **Неполноценные антигены (гаптены).**

Полноценные антигены обладают выраженной антигенностью и иммуногенностью. Они представляют собой вещества с большой молекулярной массой (более 10 000D), обычно белковой природы, формой молекулы в виде глобулы.

Неполноценные антигены не обладают иммуногенностью, то есть не способны при введении в организм вызывать иммунный ответ. Однако они обладают антигенностью, что позволяет им специфически взаимодействовать с антителами. Гаптены имеют небольшую молекулярную массу (ниже 10 000D). Гаптены могут становиться полноценными антигенами, если с белковой молекулой.

Иммуногенностью можно управлять; для повышения иммуногенности антигена применяются вещества – адьюванты.

#### ***Антигены организма человека.***

В клинической медицине изучение антигенов организма человека имеет большое значение.

Началось изучение антигенных свойств тканей человека после открытия К. Ландштейнером в 1901 году групповых антигенов эритроцитов (система АВ0). На сегодняшний день известно более 250 эритроцитарных антигенов. Наибольшее клиническое значение имеют антигены системы АВ0 и Rh (резус-фактор) – при гемотрансфузии, пересадке органов и тканей, для предупреждения и лечения осложнений беременности.

Антигены системы АВ0 определяют наличие в человеческой популяции четырех групп крови: 0(I), А(II), В(III), АВ(IV). Переливается только одногруппная кровь.

По резус-антигену в популяции людей различают две группы: резус-положительные и резус-отрицательные. Совпадение по резус-антигену важно не только при проведении переливания крови, но также для течения и исхода беременности. Резус-конфликт между матерью и плодом может привести к развитию гемолитической болезни новорожденного или даже к внутриутробной гибели плода.

На цитоплазматических мембранах клеток организма находятся антигены гистосовместимости (HLA – антигены лейкоцитов человека). Они играют важную роль в развитии отторжения тканей при пересадке.

Аутоантигены – антигены собственного организма. В нормальных условиях они не вызывают реакции иммунной системы вследствие либо иммунологической толерантности либо недоступности для контакта с факторами иммунной системы (так называемые *забарьерные антигены*). При нарушении целостности биологических барьеров, например, в результате травмы, иммунная система начинает реагировать на аутоантигены выработкой специфических факторов – аутоантител, приводящих к повреждению тканей.

#### ***Антигены микробов.***

*Антигены бактериальной клетки.* В структуре бактериальной клетки различают три вида антигенов: соматический (О-антиген), жгутиковый (H-

антиген), капсульный (К-антиген).

Соматический антиген(О-антиген) входит в состав клеточной стенки бактерий, является липополисахаридом, термостабилен, обладает свойствами эндотоксина.

Жгутиковый антиген(Н-антиген) локализован в жгутиках, состоит из белка флагеллина, термолабилен.

Капсульный антиген(К-антиген) располагается на поверхности клеточной стенки, встречается у бактерий, образующих капсулу. Вариантом капсульного антигена является Vi-антиген (антиген вирулентности). Обнаруживается у некоторых энтеробактерий, обладающих высокой вирулентностью.

Антигенными свойствами обладают также белковые токсины, ферменты, выделяемые бактериями в окружающую среду.

*Антигены вирусов.* В структуре вирусной частицы различают: ядерные(коровые), капсидные и суперкапсидные антигены. АГ многих вирусов отличаются высокой изменчивостью в связи с мутациями в генетическом аппарате вирусов (ВИЧ, вирус гриппа).