

ФОРМЫ ИММУННОГО ОТВЕТА

I. Формы иммунного ответа

Иммунный ответ – это цепь последовательных сложных кооперативных процессов, идущих в иммунной системе в ответ на действие антигена в организме.

Различают:

- первичный иммунный ответ (возникает при первой встрече с антигеном);
- вторичный иммунный ответ (возникает при повторной встрече с антигеном).

Любой иммунный ответ состоит из двух фаз:

- индуктивной; представление и распознавание антигена. Возникает сложная кооперация клеток с последующей пролиферацией и дифференцировкой;
- продуктивной; обнаруживаются продукты иммунного ответа.

При первичном иммунном ответе индуктивная фаза может длиться неделю, при вторичном – до 3 дней за счет клеток памяти.

Иммунный ответ характеризуется:

- *специфичностью* (реактивность направлена только на определенный агент, который называется антигеном);
- *потенцированием* (способностью производить усиленный ответ при постоянном поступлении в организм одного и того же антигена);
- *иммунологической памятью* (способностью распознавать и производить усиленный ответ против того же самого антигена при повторном его попадании в организм, даже если первое и последующие попадания происходят через большие промежутки времени).

II. Тканевые факторы иммунитета

Чаще всего с микробами сталкиваются *кожа и слизистые*. Они обеспечивают свою невосприимчивость благодаря трём факторам: *механическим, биологическим и химическим*.

Механические факторы:

- отторжение микробов клетками эпителия (антимикробный наследственный иммунитет);
- действие мерцательного эпителия (носовая полость);
- кашель;
- чихание.

Химические факторы:

- выделение сальных и потовых желез, которые обладают антимикробными свойствами;
- кислая среда некоторых полостей (желудок, влагалище, кожа);
- действие вещества лизоцима. Это вещество обладает антимикробным действием и продуцируется всеми слизистыми (слезная жидкость, слюна, грудное молоко).

Биологические факторы:

- антагонизм представителей *нормальной* микрофлоры к патогенным микробам (кишечная палочка – шигеллы (возбудители дизентерии)).
- *лимфатические узлы* - проникновение в них патогенных бактерий приводит к возникновению воспалительного процесса.

При воспалении начинают выделяться активные биологические вещества, которые активизируют действие лейкоцитов. Лейкоциты скапливаются вокруг микробов и не дают им попадать в кровеносное русло и другие органы.

Этот процесс сопровождается внешними проявлениями: повышение температуры, отек, краснота, боль. В очаге воспаления активизируются фагоциты и самые первые из них выходят из стенок капилляров.

III. Клеточные факторы иммунитета

Защитную функцию клеток способных поглощать и переваривать микробов впервые обнаружил И.И. Мечников. Он назвал эти клетки *фагоцитами*, а процесс *фагоцитозом*.

Фагоциты делят на 2 группы:

- *макрофаги* - это лейкоциты, лимфоциты, клетки костного мозга и кровеносных сосудов;
- *микрофаги* - это эозинофилы, базофилы, нейтрофилы.

В клетках фагоцитов много *лизосом*, а в них содержится много ферментов, обладающих бактерицидным действием.

Различают *завершенный* и *незавершенный* фагоцитоз.

Завершенный фагоцитоз заканчивается *полным разрушением микробов*. В нем выделяют 4 этапа:

- положительный таксис – движение фагоцита к микробу;
- адгезия – прилипание фагоцита к микробу;
- впячивание мембраны фагоцита с последующим поглощением микроба;
- слияние микроба с лизосомой и полный его лизис до аминокислот.



Иногда микробы, а особенно вирусы очень устойчивы, тогда развивается *незавершенный* фагоцитоз. В этом случае микробы поглощаются фагоцитом, но не гибнут, а живут и даже размножаются внутри фагоцита. Пример: *фагоцитоз гонококков, менингококков*.

Активность фагоцитоза зависит не только от переваривающей способности фагоцита, но и от видовых свойств микроба. С трудом перевариваются бактерии, покрытые капсулами и микробы, выделяющие ферменты агрессии.

Активность фагоцитов страдает при авитаминозе, при применении некоторых лекарственных веществ (антигистаминные препараты, алкалоиды, кортикостероиды). Усиливают фагоцитоз соли кальция и магния, вещества: адреналин, гистамин, гормоны.

При фагоцитозе могут перевариваться не только микробы, но и омертвевшие клетки, обломки клеток, злокачественно перерожденные клетки. Для простейших фагоцитоз это способ питания.

Фагоциты могут быть *фиксированными*, т.е. находиться в лимфоузлах, в капиллярах, печени, селезенке и подвижными, т.е. блуждающими в крови и тканях.

III. Гуморальные факторы иммунитета

В крови и различных жидкостях организма человека находятся различные вещества, которые обладают антимикробной активностью.

«Гумор» в переводе с латинского означает - влага, жидкость.

Вырабатываются эти вещества различными клетками, но в основном Т-лимфоцитами и макрофагами. По химической природе они являются сложными *белками*. Концентрация этих веществ в крови небольшая, но при инфицировании человека, она резко возрастает.

Гуморальные факторы делят на неспецифические и специфические.

Неспецифические факторы

К ним относятся следующие вещества:

- **Комплимент** (дополнение). Обычно это вещество, находится в организме человека в дискретном (раздробленном) состоянии, т.е. в виде отдельных инертных белков. Объединение их в единое целое происходит при внедрении в организм микробов. Комплимент способен лизировать бактерии, Сосредотачивается комплимент в сыворотке крови.
- **Пропердин** (препятствовать) Это вещество действует совместно с комплементом и осуществляет лизис бактерий. Оно усиливает фагоцитоз и воспалительный процесс.
- **Интерферон** (препятствовать). Это вещество синтезируются многими клетками на месте входных ворот инфекции. Оно защищает организм от вирусов и обладают широким спектром действия против них.

Интерфероны внедряются в здоровую клетку, и после этого клетка уже не может быть инфицирована вирусами. Так же интерферон усиливает действие Т-киллеров. При инфицировании концентрация интерферона возрастает за считанные часы.

Сыворотка крови и другие жидкости организма содержат вещество **лизоцим**. Его продуцируют все слизистые, оно находится в слюне, в грудном молоке, в слезной жидкости, в носовой слизи. К лизоциму чувствительны грамположительные бактерии (кокки). Кроме того, *бактериостатическим действием* обладают вещества лейкоцины и вещество лизин. Эти вещества выделяются лейкоцитами. По эффекту действия они уступают комплименту и лизоциму, но так же вносят свой вклад в борьбу с микроорганизмами.

Специфические факторы

Антитела в организме человека вырабатываются под влиянием антигенов, поэтому сначала изучим свойства антигенов.

Антигены (Ag)

Антигены – генетически чужеродные органические вещества (в том числе патогенные микробы, продукты их жизнедеятельности и распада), *способные вызвать образование в организме антител*, которые в свою очередь вступают во взаимодействие с антигенами и этим нейтрализуют их действие.

Свойства антигенов

Основным свойством антигенов является иммуногенность.

Иммуногенность – это способность антигенов вызывать выработку антител. Это свойство обеспечивается тремя факторами:

- **Чужеродность** - несхожесть антигенов с белками человеческого организма;
Величина молекулы антигенов. Если молекулярная масса антигенов меньше 5 000, то этот антиген не стимулирует выработку антител.
- **Специфичность** - способность антигенов Ag взаимодействовать только с теми At, которые выработались в ответ на введение данного антигена. Специфичность определяют особым участком молекулы Ag, который называется – *детерминантная группа*. Это своего рода код, по которому At узнает «свой» антиген.

Антигены микробов

Антигены имеются в организме человека животных, растений, микробов. По антигенному составу виды и подвиды микроорганизмов резко отличаются друг от друга. У микробов Ag по разному располагаются в клетке и их различают по месту нахождения.

Соматические Ag - Vi – Ag (самые ядовитые Ag в микробной клетке, находятся близко к поверхности).

O – Ag (менее ядовиты, находятся внутри клетки).

Жгутиковые Ag (H – Ag)

Капсульные Ag (K – Ag)

Эндо и экзотоксины микробов также являются антигенами.

Антитела (At)

Антитела – особый вид белков, который вырабатывается под влиянием антигенов и обладает способностью специфически реагировать с ними.

Антитела по - другому называют **иммуноглобулинами (Ig)**.

Антитела могут нейтрализовать токсины бактерий и вирусов, осаждают и склеивают Ag, лизировать бактерии и чужеродные клетки, повышать фагоцитарную активность лейкоцитов.

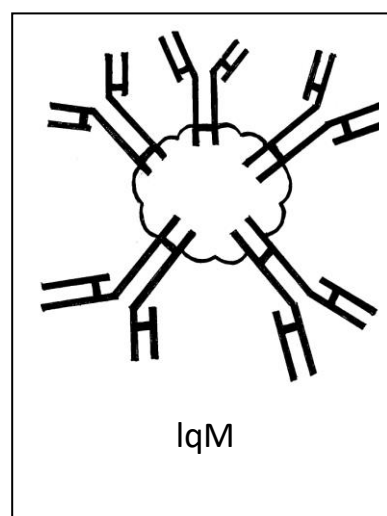
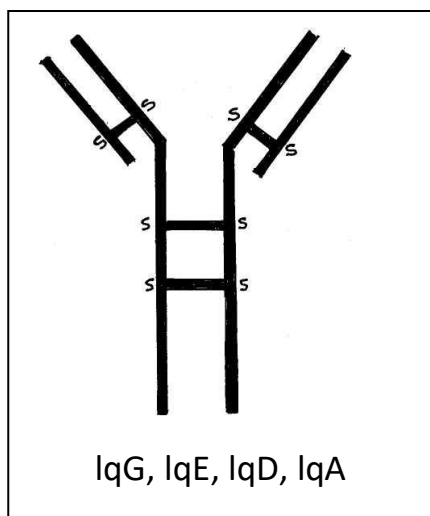
По действию антитела делят:

- антимикробные;
- антитоксические;
- антиклеточные;
- противовирусные;
- аутоантитела (действуют против клеток из разрушенных органов или тканей при ожогах и обморожениях).

Больше всего антител находится в глобулиновой фракции сыворотки крови. Антитела в организме человека вырабатываются В-лимфоцитами.

Строение антитела

Молекула At имеет форму буквы «Y». Она состоит из 4-х полипептидных цепей, связанных между собой дисульфидными мостиками. Две цепи длинные и изогнуты как хоккейные клюшки; их называют **тяжелыми цепями**. Две другие почти в 2 раза короче первых, они прилегают снаружи к длинным; их называют **легкими цепями**.



В молекуле антител обязательно есть участок под названием **антидетерминантная группа** - это зеркальное отражение детерминантной группы того антигена (Ag), под влиянием которого это антитело (At) выработалось.

Классификация антител

Все иммуноглобулины делятся на 5 классов: Ig A, Ig M, Ig E, Ig D, Ig G.

Свойства антител

Ig M. Эти At вырабатываются на первичное внедрение антигенов, они обладают выраженной «жадностью» к Ag. Сохраняются недолго, примерно 5 дней, активизируют фагоцитоз и в целом обеспечивают **антимикробный иммунитет**.

Ig G. Эти At вырабатываются при повторном введении Ag, их выделяется очень много, живут долго (примерно 1 месяц). Они проходят через плаценту, т.е. передаются плоду,

содержатся в грудном молоке, активизируют комплимент, обеспечивают нейтрализацию вирусов и токсинов, в основном обеспечивают **антитоксический иммунитет**.

Ig E. Эти At накапливаются в крови человека при попадании в организм аллергенов, они основная причина проявления **аллергических реакций**.

Ig A. Эти At продуцируются на слизистых кишечника, верхних дыхательных путей, мочевыводящих путей. Они есть в слезной жидкости, слюне. Данные At обеспечивают иммунитет слизистых, нейтрализуют вирусы, т.е. в целом обеспечивают **антивирусный иммунитет**.

Ig D. Их биологическая роль до конца не выяснена.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое «антигены»?
2. Что такое «антитела»?
3. Каковы свойства антигенов?
4. Где локализуются антигены в микробных клетках?
5. Назовите основные классы иммуноглобулинов?
6. Чем обусловлена специфичность антигенов и антител?
7. Какие клетки в организме человека осуществляют синтез антител?