

Иммунная система человека

Калинин Андрей Вячеславович

д.м.н. профессор кафедры профилактической медицины
и основ здоровья

Основная задача иммунной системы

Формирование иммунного ответа на попадающие во внутреннюю среду чужеродные субстанции, то есть защита организма на клеточном уровне.

Механизм реализации иммунного ответа

1. Клеточный иммунитет, осуществляется прямым контактом лимфоцитов (главные клетки иммунной системы) с чужеродными агентами. Так развивается противоопухолевая, противовирусная защита, реакции отторжения трансплантатов.

Механизм реализации иммунного ответа

2. В качестве реакции на болезнетворные микроорганизмы, чужеродные клетки и белки вступает в силу гуморальный иммунитет (от лат. humor — влага, жидкость, относящийся к жидким внутренним средам организма).

Гуморальный иммунитет играет основную роль в защите организма от бактерий, находящихся во внеклеточном пространстве и в крови.

В его основе — производство специфических белков — антител, которые циркулируют по кровеносному руслу и борются против антигенов — чужеродных молекул.

Анатомия иммунной системы

Центральные органы иммунной системы:

- Красный костный мозг — место, где «хранятся» стволовые клетки. В зависимости от ситуации, стволовая клетка дифференцируется в иммунные клетки – лимфоидного (В-лимфоциты) или миелоидного ряда.
- Вилочковая железа (тимус) – место созревания Т-лимфоцитов.

Костный мозг поставляет клетки-предшественники для различных популяций лимфоцитов и макрофагов, в нем протекают специфические иммунные реакции. Он служит основным источником сывороточных иммуноглобулинов.

Вилочковая железа (тимус) играет ведущую роль в регуляции популяции Т-лимфоцитов. Тимус поставляет лимфоциты, в которых для роста и развития лимфоидных органов и клеточных популяций в различных тканях нуждается эмбрион.

Дифференцируясь, лимфоциты благодаря освобождению гуморальных веществ получают антигенные маркеры.

Корковый слой густо заполнен лимфоцитами, на которые воздействуют тимические факторы. В мозговом слое находятся зрелые Т-лимфоциты, покидающие вилочковую железу и включающиеся в циркуляцию в качестве Т-хелперов, Т-киллеров, Т-супрессоров.

Анатомия иммунной системы

Периферические органы иммунной системы: селезенка, миндалины, лимфоузлы и лимфотические образования кишечника и других органов, в которых есть зоны созревания иммунных клеток.

- Клетки иммунной системы – В- и Т-лимфоциты, моноциты, макрофаги, нейтро-, базо-, эозинофилы, тучные, эпителиальные клетки, фибробласты.
- Биомолекулы – иммуноглобулины, моно- и цитокины, антигены, рецепторы и другие.

Селезенка заселяется лимфоцитами в позднем эмбриональном периоде после рождения. В белой пульпе имеются тимусзависимые и тимуснезависимые зоны, которые заселяются Т- и В-лимфоцитами. Попадающие в организм антигены индуцируют образование лимфобластов в тимусзависимой зоне селезенки, а в тимуснезависимой зоне отмечаются пролиферация лимфоцитов и образование плазматических клеток.

Клетки иммунной системы

Имунокомпетентными клетками организма человека являются Т– и В-лимфоциты.

Клетки иммунной системы

Т-лимфоциты возникают в эмбриональном тимусе. В постэмбриональном периоде после созревания Т-лимфоциты расселяются в Т-зонах периферической лимфоидной ткани. После стимуляции (активации) определенным антигеном Т-лимфоциты преобразовываются в большие трансформированные Т-лимфоциты, из которых затем возникает исполнительное звено Т-клеток.

Т-клетки участвуют в:

- 1) клеточном иммунитете;
- 2) регулировании активности В-клеток;
- 3) гиперчувствительности замедленного (IV) типа.

Клетки иммунной системы

Различают следующие субпопуляции Т-лимфоцитов:

- 1) Т-хелперы. Запрограммированы индуцировать размножение и дифференцировку клеток других типов. Они индуцируют секрецию антител В-лимфоцитами и стимулируют моноциты, тучные клетки и предшественники Т-киллеров к участию в клеточных иммунных реакциях. Эта субпопуляция активируется антигенами, ассоциируемыми с продуктами генов МНС класса II – молекулами класса II, представленными преимущественно на поверхности В-клеток и макрофагов;
- 2) супрессорные Т-клетки. Генетически запрограммированы для супрессорной активности, отвечают преимущественно на продукты генов МНС класса I. Они связывают антиген и секретируют факторы, инактивирующие Т-хелперы;
- 3) Т-киллеры. Узнают антиген в комплексе с собственными МНС-молекулами класса I. Они секретируют цитотоксические лимфокины.

Клетки иммунной системы

В-лимфоциты разделяют на две субпопуляции: В1 и В2.

- В1-лимфоциты проходят первичную дифференцировку в пейеровых бляшках, затем обнаруживаются на поверхности серозных полостей. В ходе гуморального иммунного ответа способны превращаться в плазмоциты, которые синтезируют только IgM. Для их превращения не всегда нужны Т-хелперы.
- В2-лимфоциты проходят дифференцировку в костном мозге, затем в красной пульпе селезенки и лимфоузлах. Их превращение в плазмоциты идет с участием Т-хелперов. Такие плазмоциты способны синтезировать все классы Ig человека.

Клетки иммунной системы

В-клетки памяти – это долгоживущие В-лимфоциты, произошедшие из зрелых В-клеток в результате стимуляции антигеном при участии Т-лимфоцитов. При повторной стимуляции антигеном эти клетки активируются гораздо легче, чем исходные В-клетки. Они обеспечивают (при участии Т-клеток) быстрый синтез большого количества антител при повторном проникновении антигена в организм.

Клетки иммунной системы

Макрофаги отличаются от лимфоцитов, но также играют важную роль в иммунном ответе. Они могут быть:

- 1) антигенообрабатывающими клетками при возникновении ответа;
- 2) фагоцитами в виде исполнительного звена.

Специфика иммунного ответа

Зависит:

1. От вида антигена (чужеродного вещества) — его свойства, состава, молекулярной массы, дозы, длительности контакта с организмом.
2. От иммунологической реактивности, то есть состояние организма. Это как раз тот фактор, на который направлены различные виды профилактики иммунитета (закаливание, прием иммунокорректоров, витаминов).
3. От условий внешней среды. Они могут как усиливать защитную реакцию организма, так и препятствовать нормальной работе иммунной системы.

Формы иммунного ответа

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

Формы иммунного ответа

Различают:

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

Иммунный ответ

Любой иммунный ответ состоит из двух фаз:

1) индуктивной; представление и распознавание антигена. Возникает сложная кооперация клеток с последующей пролиферацией и дифференцировкой;

2) 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

В иммунном ответе антигены, попавшие в организм, взаимодействуют с антигенпредставляющими клетками (макрофагами), которые экспрессируют антигенные детерминанты на поверхности клетки и доставляют информацию об антигене в периферические органы иммунной системы, где происходит стимуляция Т-хелперов.

Далее иммунный ответ возможен в виде по одного из трех вариантов:

- 1) клеточный иммунный ответ;
- 2) гуморальный иммунный ответ;
- 3) иммунологическая толерантность.

Клеточный иммунный ответ

Клеточный иммунный ответ – это функция Т-лимфоцитов. Происходит образование эффекторных клеток – Т-киллеров, способных уничтожать клетки, имеющие антигенную структуру путем прямой цитотоксичности и путем синтеза лимфокинов, которые участвуют в процессах взаимодействия клеток (макрофагов, Т-клеток, В-клеток) при иммунном ответе. В регуляции иммунного ответа участвуют два подтипа Т-клеток: Т-хелперы усиливают иммунный ответ, Т-супрессоры оказывают противоположное влияние.

Гуморальный иммунный ответ

Гуморальный иммунитет – это функция В-клеток. Т-хелперы, получившие антигенную информацию, передают ее В-лимфоцитам. В-лимфоциты формируют клон антителопродуцирующих клеток. При этом происходит преобразование В-клеток в плазматические клетки, секретирующие иммуноглобулины (антитела), которые имеют специфическую активность против внедрившегося антигена.

Образующиеся антитела вступают во взаимодействие с антигеном с образованием комплекса АГ – АТ, который запускает в действие неспецифические механизмы защитной реакции. Эти комплексы активируют систему комплемента. Взаимодействие комплекса АГ – АТ с тучными клетками приводит к дегрануляции и выделению медиаторов воспаления – гистамина и серотонина.

Иммунологическая толерантность

При низкой дозе антигена развивается иммунологическая толерантность. При этом антиген распознается, но в результате этого не происходит ни продукции клеток, ни развития гуморального иммунного ответа.

Характеристики иммунного ответа

- 1) специфичность (реактивность направлена только на определенный агент, который называется антигеном);
- 2) потенцирование (способностью производить усиленный ответ при постоянном поступлении в организм одного и того же антигена);
- 3) иммунологическая память (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).

Виды иммунитета

- Естественный — он приобретается в результате перенесенного инфекционного заболевания (это активный иммунитет) или передается от матери к плоду во время беременности (пассивный иммунитет).
- Видовой — когда организм не восприимчив к некоторым заболеваниям других животных.

Виды иммунитетов

- Искусственный — получается путем введения вакцины (активный) или сыворотки (пассивный).