

# Всемирный день иммунитета

Одна из главных проблем, связанных со здоровьем человека — наша иммунная система.

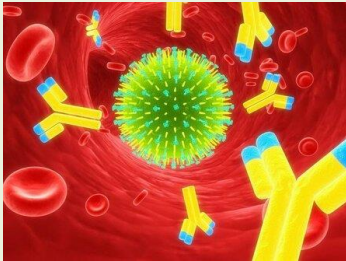
## Что такое иммунитет и каковы признаки нарушения его функций?

Иммунитет — это биологическая система защиты организма от инфекций. Если иммунитет выключить, например, на несколько дней, то человек погибнет — сразу же будет съеден микробами. Без иммунитета, как и без почек, организм проживет только несколько дней.

## Как устроен иммунитет: Объясняем по пунктам

Наш организм непрерывно меняется, но при этом очень «любит» постоянство и может нормально работать только при определенных параметрах своей внутренней среды. Например, нормальная температура тела колеблется между 36 и 37 градусами по Цельсию. Вспомните последнюю простуду и то, как плохо вы себя чувствовали, стоило температуре подняться всего на полградуса. Такая же ситуация и с другими показателями: артериальным давлением, pH крови, уровнем кислорода и глюкозы в крови и другими. Постоянство значений этих параметров называется гомеостазом, а поддержкой его стабильного уровня занимаются практически все органы и системы организма: сердце и сосуды поддерживают постоянное артериальное давление, легкие — уровень кислорода в крови, печень — уровень глюкозы и так далее.

Иммунная же система отвечает за генетический гомеостаз. Она помогает поддерживать постоянство генетического состава организма. То есть ее задача — уничтожать не только все чужеродные организмы и продукты их жизнедеятельности, проникающие извне (бактерии, вирусы, грибки, токсины и прочее), но также и клетки собственного организма, если «что-то пошло не так» и, например, они превратились в злокачественную опухоль, то есть стали генетически чужеродными.



## Как клетки иммунной системы уничтожают «врагов»?

Чтобы разобраться с этим, сначала нужно понять, как иммунная система устроена и какие бывают виды иммунитета.

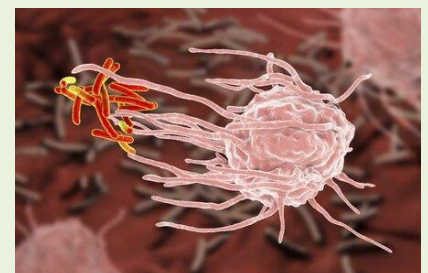
Иммунитет бывает врожденным (он же неспецифический) и приобретенным (он же адаптивный, или специфический). Врожденный иммунитет одинаков у всех людей и идентичным образом реагирует на любых «врагов». Реакция начинается немедленно после проникновения микроба в организм и не формирует иммунологическую память. То есть, если такой же микроб проникнет в организм снова, система неспецифического иммунитета его «не узнает» и будет реагировать «как обычно». Неспецифический иммунитет очень важен — он первым сигнализирует об опасности и немедленно начинает давать отпор проникшим микробам.

Однако эти реакции не могут защитить организм от серьезных инфекций, поэтому после неспецифического иммунитета в дело вступает приобретенный иммунитет. Здесь уже реакция организма индивидуальна для каждого «врага», поэтому «арсенал» специфического иммунитета у разных людей различается и зависит от того, с какими инфекциями человек сталкивался в жизни и какие прививки делал.

Специфическому иммунитету нужно время, чтобы изучить проникшую в организм инфекцию, поэтому реакции при первом контакте с инфекцией развиваются медленнее, зато работают гораздо эффективнее. Но самое главное, что, один раз уничтожив микроба, иммунная система «запоминает» его и в следующий раз при столкновении с таким же реагирует гораздо быстрее, часто уничтожая его еще до появления первых симптомов заболевания. Именно так работают прививки: когда в организм вводят ослабленных или убитых микробов, которые уже не могут вызвать заболевание, у иммунной системы есть время изучить их и запомнить, сформировать иммунологическую память. Поэтому, когда человек после вакцинации сталкивается с реальной инфекцией, иммунная система уже полностью готова дать отпор, и заболевание не начинается вообще или протекает гораздо легче.

## Кто отвечает за работу различных видов иммунитета?

- **Костный мозг.** Это центральный орган иммуногенеза. В костном мозге образуются все клетки, участвующие в иммунных реакциях.
- **Тимус (вилочковая железа).** В тимусе происходит созревание некоторых иммунных клеток (Т-лимфоцитов) после того, как они образовались в костном мозге.
- **Селезенка.** В селезенке также созревают иммунные клетки (В-лимфоциты), кроме того, в ней активно происходит процесс фагоцитоза — когда специальные клетки иммунной системы ловят и переваривают проникших в организм микробов, фрагменты собственных погибших клеток и так далее.



- **Лимфатические узлы.** По своему строению они напоминают губку, через которую постоянно фильтруется лимфа. В порах этой губки есть очень много иммунных клеток, которые также ловят и переваривают микробов, проникших в организм. Кроме того, в лимфатических узлах находятся клетки памяти — это специальные клетки иммунной системы, которые хранят информацию о микробах, уже проникавших в организм ранее.

Таким образом, органы иммунной системы обеспечивают образование, созревание и место для жизни иммунных клеток. В нашем организме есть много их видов, вот основные из них.

- **Т-лимфоциты.** Названы так, потому что после образования в костном мозге дозревают в вилочковой железе — тимусе. Разные подвиды Т-лимфоцитов отвечают за разные функции. Например, Т-киллеры могут убивать зараженные вирусами клетки, чтобы остановить развитие инфекции, Т-хелперы помогают иммунной системе распознавать конкретные виды микробов, а Т-супрессоры регулируют силу и продолжительность иммунной реакции.

- **В-лимфоциты.** Название их происходит от Bursa fabricii (сумка Фабрициуса) — особого органа у птиц, в котором впервые обнаружили эти клетки. В-лимфоциты умеют синтезировать антитела (иммуноглобулины). Это специальные белки, которые «прилипают» к микробам и вызывают их гибель. Также антитела могут нейтрализовывать некоторые токсины.

- **Натуральные киллеры.** Эти клетки находят и убивают раковые клетки и клетки, пораженные вирусами.

- **Нейтрофилы и макрофаги** умеют ловить и переваривать микробов — осуществлять фагоцитоз. Кроме того, макрофаги выполняют важнейшую роль в процессе презентации антигена, когда макрофаг знакомит другие клетки иммунной системы с кусочками переваренного микроба, что позволяет организму лучше бороться с инфекцией.

- **Эозинофилы** защищают наш организм от паразитов — обеспечивают антигельминтный иммунитет.

- **Базофилы** — выполняют главным образом сигнальную функцию, выделяя большое количество сигнальных веществ (цитокинов) и привлекая этим другие иммунные клетки в очаг воспаления.



### **Как клетки иммунной системы отличают «своих» от «чужих» и понимают, с кем нужно бороться?**

В этом им помогает главный комплекс гистосовместимости первого типа (МНС-I). Это группа белков, которая располагается на поверхности каждой клетки нашего организма и уникальна для каждого человека. Это своего рода «паспорт» клетки, который позволяет иммунной системе понимать, что перед ней «свои». Если с клеткой организма происходит что-то нехорошее, например, она поражается вирусом или перерождается в опухолевую клетку, то конфигурация МНС-I меняется или же он исчезает вовсе. Натуральные киллеры и Т-киллеры умеют распознавать МНС-I рецептор, и как только они находят клетку с измененным или отсутствующим МНС-I, они ее убивают. Так работает клеточный иммунитет.

Но у нас есть еще один вид иммунитета — гуморальный. Основными защитниками в этом случае являются антитела — специальные белки, синтезируемые В-лимфоцитами, которые связываются с чужеродными объектами (антигенами), будь то бактерия, вирусная частица или токсин, и нейтрализуют их. Для каждого вида антигена наш организм умеет синтезировать специальные, подходящие именно для этого антигена антитела. Молекулу каждого антитела, также их называют иммуноглобулинами, можно условно разделить на две части: Fc-участок, который одинаков у всех иммуноглобулинов, и Fab-участок, который уникален для каждого вида антител. Именно с помощью Fab-участка антитело «прилипает» к антигену, поэтому строение этого участка молекулы зависит от строения антигена.

### **Как наша иммунная система понимает устройство антигена и подбирает подходящее для него антитело?**

Рассмотрим этот процесс на примере развития бактериальной инфекции. Например, вы поцарапали палец. При повреждении кожи в рану чаще всего попадают бактерии. При повреждении любой ткани организма сразу же запускается воспалительная реакция. Поврежденные клетки выделяют большое

количество разных веществ — цитокинов, к которым очень чувствительны нейтрофилы и макрофаги. Реагируя на цитокины, они проникают через стенки капилляров, «приплывают» к месту повреждения и начинают поглощать и переваривать попавших в рану бактерий — так запускается неспецифический иммунитет, но до синтеза антител дело пока еще не дошло.

Расправляясь с бактериями, макрофаги выводят на свою поверхность разные их кусочки, чтобы познакомить Т-хелперов и В-лимфоцитов со строением этих бактерий. Этот процесс называется презентацией антигена. Т-хелпер и В-лимфоцит изучают кусочки переваренной бактерии и подбирают соответствующую структуру антитела так, чтобы потом оно хорошо «прилипло» к таким же бактериям. Так запускается специфический гуморальный иммунитет. Это довольно длительный процесс, поэтому при первом контакте с инфекцией организму может понадобиться до двух недель, чтобы подобрать структуру и начать синтезировать нужные антитела.

После этого успешно справившийся с задачей В-лимфоцит превращается в плазматическую клетку и начинает в большом количестве синтезировать антитела. Они поступают в кровь, разносятся по всему организму и связываются со всеми проникшими бактериями, вызывая их гибель. Кроме того, бактерии с прилипшими антителами гораздо быстрее поглощаются макрофагами, что также способствует уничтожению инфекции.

### **Есть ли еще какие-то механизмы?**

Специфический иммунитет не был бы столь эффективен, если бы каждый раз при встрече с инфекцией организм в течение двух недель синтезировал необходимое антитело. Но здесь нас выручает другой механизм: часть активированных Т-хелпером В-лимфоцитов превращается в так называемые клетки памяти. Эти клетки не синтезируют антитела, но несут в себе информацию о структуре проникшей в организм бактерии. Клетки памяти мигрируют в лимфатические узлы и могут сохраняться там десятилетиями. При повторной встрече с этим же видом бактерий благодаря клеткам памяти организм намного быстрее начинает синтезировать нужные антитела и иммунный ответ запускается раньше.

Таким образом, наша иммунная система имеет целый арсенал различных клеток, органов и механизмов, чтобы отличать клетки собственного организма от генетически чужеродных объектов, уничтожая последние и выполняя свою главную функцию — поддержание генетического гомеостаза.

**Признаки нарушения иммунитета** — тяжелое заболевание, инфекция, например, пневмония, остеомиелит, гнойное заболевание костей, внутренних органов, постоянная температура, слабость. Такой человек совсем не может функционировать самостоятельно, он вынужден принимать антибиотики, лежит в больницах. Из известных всем дефектов иммунной системы можно назвать СПИД — синдром приобретенного иммунодефицита. Но есть врожденные иммунодефициты, они не заразные, но в то же время там есть дефект иммунной системы.