



БИБЛИОТЕКА
ГУТЕНБЕРГА

Екатерина Умнякова

КАК РАБОТАЕТ
ИММУНИТЕТ

РАЗОБЛАЧЕНИЕ МИФОВ
О ЗДОРОВЬЕ

Аванта

Библиотека Гутенберга

Екатерина Умнякова

Как работает иммунитет

«Издательство АСТ»

2019

УДК 612.017
ББК 52.54

Умнякова Е. С.

Как работает иммунитет / Е. С. Умнякова — «Издательство АСТ», 2019 — (Библиотека Гутенберга)

ISBN 978-5-17-112323-9

Как различные живые организмы защищаются от инфекций? Можно ли укрепить иммунитет витаминами и закаливанием? Вредят ли прививки организму или они необходимы? Есть ли иммунитет у младенцев и как лучше оберегать их от инфекционных болезней? Как защищается от инфекций наш мозг? Хорошо ли, если иммунитет работает очень активно? Книга, которую вы, дорогие читатели, держите в руках, хранит ответы на эти и другие вопросы! Для широкого круга читателей.

УДК 612.017

ББК 52.54

ISBN 978-5-17-112323-9

© Умнякова Е. С., 2019
© Издательство АСТ, 2019

Содержание

Вступление	6
Часть I	7
Физиологические барьеры организма и инфекции	9
Иммунитет и его составляющие	11
Конец ознакомительного фрагмента.	18

Екатерина Сергеевна Умнякова

Как работает иммунитет

© Умнякова, Е.С., текст, 2019

© ООО «Издательство АСТ», 2019

Вступление

Мы живем в мире, который не принадлежит человечеству. Вокруг нас обитает бессчетное множество бактерий, вирусов, микроскопических грибов, одноклеточных водорослей и простейших. Именно они – представители древнейших форм жизни – составляют большинство организмов и фактически господствуют на Земле. Многие из них представляют опасность для других живых существ. В том числе, могут нанести сокрушительный удар по здоровью человека. Например, бактерия *Yersinia pestis* спровоцировала три крупнейших в человеческой истории эпидемий чумы, которые в сумме унесли жизни более 130 млн человек. Другой опасный возбудитель – вирус натуральной оспы. По оценкам Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), к середине XX века ежегодно около 50 миллионов человек заболевали оспой, а два миллиона инфицированных – умирали. К счастью, оспе удалось победить к 1980 году, но это вовсе не означает, что вспышки заболевания не смогут повториться в будущем.

Люди во все времена ежедневно контактировали с массой возбудителей инфекций. Чтобы противостоять самым разным угрозам – внешними и внутренними, а также обеспечить организму постоянство внутренней среды, эволюция создала защитную систему, которую сегодня мы называем иммунитетом. Изучением его работы занимается наука иммунология. Несмотря на то, что люди с древнейших времен имели некоторые представления об инфекционных заболеваниях и пытались теми или иными способами с ними бороться, как система знаний и раздел медицины иммунология сформировалась только около века назад благодаря трем основоположникам этого направления – Луи Пастеру, Паулю Эрлиху и Илье Мечникову. Около 120 лет назад они совершили важнейшие фундаментальные открытия в этой области.

Человечество сегодня не знает еще очень многого о работе иммунитета. Например, как иммунная система и ее отдельные компоненты связаны с другими системами нашего организма. Какие именно функции выполняют некоторые компоненты иммунной системы? Из-за чего происходит сбой в работе иммунитета, при котором он начинает атаку на клетки организма, а не на вредоносных возбудителей? Неизвестным до сих пор остается и механизм появления клеток памяти – лимфоцитов, которые «запоминают» патоген и при повторной встрече с ним молниеносно запускают иммунные реакции.

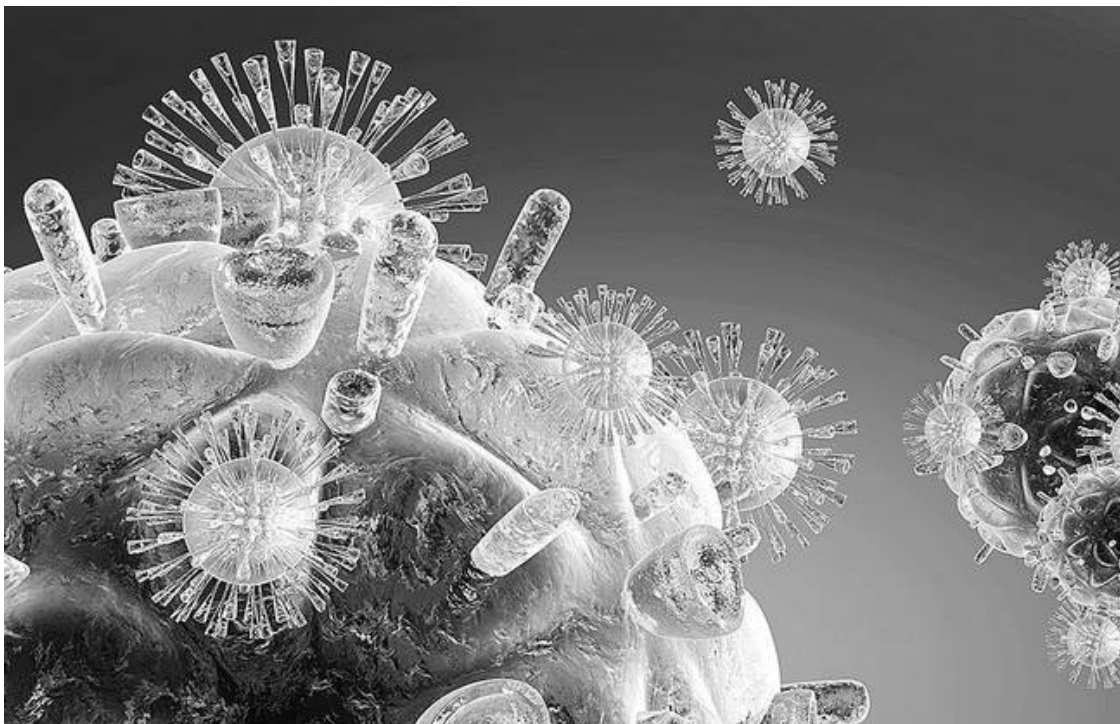
Идея книги заключается в том, чтобы максимально доступно, но без излишних упрощений рассказать о том, что сегодня наука знает об иммунитете. Как функционирует иммунная система и что может происходить при нарушении работы иммунитета? Как на самом деле защитить организм от заболеваний?

Кроме того, вы узнаете о самых распространенных заблуждениях, связанных с иммунитетом. Действительно ли прививки вредны, а для укрепления иммунной системы достаточно витаминов? Правда ли, что новорожденным следует создавать стерильные условия для того, чтобы дети выросли здоровыми? Могут ли иммуностимуляторы и витамин С остановить развитие инфекционных заболеваний?

Разберемся вместе. Приятного чтения!

Часть I

Общие представления о защитных механизмах организма человека



Как наше тело оберегает себя от внешних угроз?

Чтобы это понять, давайте представим себе средневековый замок: высокие покатые стены, ров с водой, который окружает здание с четырех сторон, котлы с кипятком или кипящим маслом, расположенные при входе над воротами для обороны.

Защитная система нашего организма по своим функциям напоминает средневековый замок. Ее «стены» – это покровные ткани или эпителии, которые в том числе мешают инфекциям проникнуть внутрь нашего тела. Жидкая защитная среда организма или воображаемый ров с водой – это слизь носоглотки, мочеполовых путей и желудочно-кишечного тракта. А котлами с кипящим маслом в организме служат антимикробные вещества, которые способны напрямую убивать бактерии и другие вредоносные патогены. Например, желудочный сок, растворяющий потенциально опасные микробы за счет высокого содержания кислоты и различных пищеварительных ферментов. Все перечисленные виды защиты— неспецифические. Их еще называют физиологическими барьерами для инфекций. Они защищают организм в любой момент без каких-либо специальных сигналов.

Кроме неспецифических защитных механизмов, существуют специализированные «инструменты» обороны нашего организма. Они напоминают стражников замка, которые ведут боевое дежурство и действуют в ситуациях нападения противника в соответствии со своей специализацией. Например, антимикробные пептиды – это клетки иммунитета, которые способны «расстреливать» потенциальных возбудителей заболеваний.

Защитная система организма человека действует комплексно на самых разных фронтах. С одной стороны, она при помощи покровных тканей, жидких сред организма и других неспецифических механизмов защиты создает фундаментальный барьер для проникновения и размножения вредоносных организмов, с другой – умеет **распознавать** угрозу и предпринимать различные по силе и направлению действия, чтобы ее **ликвидировать**. В крайнем случае – успешно обороняться, если не удастся сразу справиться с угрозой. Каким образом работает иммунная система? Что нам известно о специфических и неспецифических способах защиты организма, и как они взаимодействуют друг с другом? Об этом речь пойдет в следующих главах, а пока более подробно остановимся на неспецифических механизмах защиты – физиологических барьерах.

Физиологические барьеры организма и инфекции

Наша система защиты включает в себя неспецифические механизмы или физиологические барьеры. Мы сравнивали их с замком – они защищают организм от вредоносных микроорганизмов без запуска определенных иммунных реакций. Такого рода защита подразумевает создание «экстремальных» условий для возбудителей заболеваний.

Наше тело снаружи и внутри выстилают различные эпителии— покровные ткани, состоящие из специализированных клеток. Разумеется, эпителиальные клетки кожи, воздухоносных путей и легких, желудочно-кишечного и мочеполового трактов различны по строению. И, тем не менее, все они плотно прилегают друг к другу и препятствуют проникновению каких-либо чужеродных организмов физически и химически – большинство эпителиальных клеток вырабатывают слизь, антибиотические или бактериостатические вещества. Это жирные кислоты, антимикробные белки, пептиды и многие другие. Поверхность некоторых эпителиальных тканей покрыта клетками с ресничками. Они обеспечивают постоянный ток воздуха или жидкости. Все эти и другие меры чаще всего не позволяют микробам и вирусам проникнуть в организм, закрепиться на тканях и оставить свое потомство. Но исключения все же бывают.

Инфекции развиваются только тогда, когда патоген колонизирует поверхности или преодолевает физиологические барьеры организма. Эти процессы происходят особенно стремительно при ожогах и ранах. Быстрее всего инфекции распространяются, если повреждены эпителиальные ткани внутренней среды организма. В подобных ситуациях инфекция часто становится одной из основных причин смерти, потому что инфекционные процессы в теле могут протекать незаметно и долго без яркой симптоматики.

При отсутствии ранений или ожогов некоторые патогены иногда прикрепляются к эпителиальным поверхностям, размножаются и заселяют доступные ткани. Они делают все это несмотря на создаваемые организмом препятствия. Патогены устанавливают в районах колонизации свои порядки – забирают питательные вещества и используют их в собственных интересах, мешают росту и нормальному функционированию клеток и тканей организма. Они могут нарушить или истребить нормальную микробиоту человека.

В норме всего этого не происходит. Бактерии организма препятствуют размножению патогенов и стимулируют выработку необходимых для организма человека полезных веществ. Например, некоторые виды лактобактерий кишечника могут синтезировать витамины группы В. Этот процесс очень важен для организма, ведь самостоятельно – без кишечных бактерий – он не может вырабатывать ни витамины, ни многие другие необходимые для жизни вещества.

Относительно низкий рН кожи (рН 4,0–7,0), довольно низкий рН желудочного сока (рН 1,5–2) также препятствуют размножению патогенных микроорганизмов. В желудке вырабатывается соляная кислота HCl. Она создает необходимые условия для переработки поступившей пищи, а также обеззараживает содержимое желудка.

За низкий уровень рН кожи ответственны сразу несколько кислот. В первую очередь, это лактат – молочная кислота, различные жирные кислоты, а также сульфаты холестерина. Сами по себе все эти вещества не оказывают такого сильного воздействия, как, например, соляная кислота, но в комплексе они создают непригодные условия для жизни болезнетворных микроорганизмов.

Ферменты, содержащиеся в желудочно-кишечном тракте, в слизистых, воздухоносных и мочеполовых путях, тоже обеспечивают неблагоприятные условия для жизни болезнетворных бактерий. Еще одним физиологическим барьером нашей защитной системы организма часто становятся постоянные токи жидкости, слизи и воздуха – все они мешают патогенным клеткам закрепиться на различных поверхностях тела и их колонизировать. Кроме того, защититься от возбудителей инфекций людям помогают безусловные рефлексy: кашель и чихание уда-

ляют микробы из верхних дыхательных путей, рвота очищает от патогенов желудок, а диарея – кишечник. Согласно одной из гипотез, повышение температуры тела при лихорадке стимулирует иммунный ответ и ускоряет процесс ликвидации инфекций.

Физиологические барьеры и некоторые условные рефлексы – это неспецифические механизмы защиты организма, которые действуют в любое время дня и ночи без распознавания и создают препятствия разным возбудителям инфекций. Однако сам по себе такой «защитный бастион» не может уберечь организм человека от многих угроз, поэтому нам необходимы более специфические механизмы защиты.

Иммунитет и его составляющие

Специфические защитные реакции принято называть иммунитетом. Точного и общепринятого определения этого термина нет до сих пор, но функции защитной системы организма ученым более или менее понятны. Компоненты иммунной системы **обнаруживают** патоген и запускают физиологические процессы, которые приводят к его **удалению** из тела, а также **ликвидируют последствия** пребывания инфекционного агента. В крайних случаях, когда уничтожение невозможно, иммунная система осуществляет **локализацию** угрозы. Ключевое событие для запуска иммунного ответа – распознавание.

Традиционно считается, что прежде всего иммунитет оберегает нас от инфекций, которые могут вызываться различными вирусами, бактериями, простейшими, червями-паразитами. Для распознавания, уничтожения и локализации угроз иммунитет использует множество специальных клеток и молекул, которые выполняют все эти процессы в кратчайшие сроки, а во многих случаях помогают организму приобрести устойчивость к заражениям определенными инфекциями в будущем. Кроме того, иммунная система занимается сбором «клеточного мусора» – собственных клеток организма, которые разрушаются естественным образом. Их присутствие в теле человека увеличивает риск развития самых разных заболеваний, в том числе – аутоиммунных, при которых иммунная система атакует здоровые клетки организма вместо того, чтобы защищать их.

Как и любая другая жизненно важная система организма – дыхательная, пищеварительная, сердечно-сосудистая и другие, иммунитет состоит из определенных компонентов. Ученые условно делят иммунитет на **врожденный** и **приобретенный**. Врожденный иммунитет включается в борьбу с инфекцией, как только она попадает в организм. Компоненты этой системы распознают инфекционный агент и уничтожают его. Приобретенный работает иначе. После обнаружения источника инфекции формируется иммунный ответ, который может подразумевать образование антител и/или клеток-памяти против конкретного патогена. Только после этого включаются механизмы борьбы с инфекцией. И врожденный иммунитет, и приобретенный обладают специальными клетками и молекулами. У врожденного иммунитета есть свой арсенал клеток и молекул, а у приобретенного – свой. Иммунные клетки – это своего рода «солдаты», которые охраняют «замок», а молекулы – это «оружие», с помощью которого производится «залп» по инфекционным агентам. В некоторых случаях молекулы становятся сигналами и командами, которыми обмениваются «солдаты» разных подразделений.

Врожденный иммунитет – более древний способ защиты организма, чем приобретенный. Не только люди, но и другие животные обладают врожденным иммунитетом, который сразу реагирует на проникающие в организм патогены – бактерии, грибки, вирусы и многие другие. Получается, что к моменту возникновения у человека первых симптомов недомогания, врожденный иммунитет работает в полную силу уже несколько часов. С высокой степенью вероятности именно он через несколько дней избавит организм от инфекции – за исключением тех случаев, когда в теле оказывается не вирус простуды, а более опасный возбудитель. Для того, чтобы побороть простудное заболевание, необходимо только медикаментозное лечение симптомов. Как шутят иммунологи: «Если лечить простуду, то человек поправится за семь дней, а если не лечить, то – за неделю».

Клетки врожденного иммунитета распознают патогены при помощи соответствующих **рецепторов** – специальных молекулярных структур, которые находятся на поверхности или внутри клеток. Они работают как антенны и могут распознавать не только чужеродные микроорганизмы, но и собственные измененные умирающие клетки и поврежденные молекулы.

После того, как распознавание произошло, рецепторы подают сигнал клеткам врожденного иммунитета, которые приступают к переработке клеточного и молекулярного «мусора».

Приобретенный иммунитет появился в природе гораздо позже врожденного. Первыми обладателем приобретенного иммунитета считаются древние рыбы. Приобретенный иммунитет усовершенствовал иммунный ответ организма, дополнил его, а в некоторых случаях даже «облегчил» работу врожденному иммунитету. В результате он оказался эволюционно выгоден, поэтому закрепился у разных видов живых существ. Приобретенному иммунитету свойственен феномен иммунологической памяти, представленный лимфоцитами, которые ранее встречались с патогеном и знают, как на него реагировать. Кроме того, клетки памяти хранят информацию о структуре антител, которые они вырабатывают при повторной встрече с патогенами. Антитела – молекулы иммунной системы, способные метить чужеродные клетки, сигнализируя таким образом другим иммунным клеткам об угрозе и необходимости уничтожить потенциальную опасность. Благодаря клеткам памяти иммунная система экономит время – процессы распознавания и уничтожения с их участием происходят намного быстрее. В некоторых случаях антитела и вовсе препятствуют проникновению инфекции в организм (об этих молекулах подробнее в разделе «Молекулы иммунитета»).

Органы иммунитета

В иммунологии принято делить органы иммунитета или лимфоидные органы на первичные и вторичные. В первичных лимфоидных органах – в **тимусе** и в **костном мозге** – происходит созревание Т- и В-лимфоцитов, то есть клеток приобретенного иммунитета. **Тимус** или вилочковая железа – это небольшой орган, где происходит «обучение» Т-лимфоцитов или Т-клеток. Тимус расположен за грудиной, в верхней части грудной клетки. Этот орган с возрастом неизбежно подвергается атрофии и замещается жировой тканью. В тимусе Т-лимфоциты проходят отбор. В кровоток попадают только те из них, которые способны адекватно реагировать на инфекционные агенты и не поражать клетки организма. Остальные Т-лимфоциты – а их, как ни странно, большинство – уничтожаются с помощью программы клеточной гибели или апоптоза. Другой тип лимфоцитов – В-лимфоциты или В-клетки. Они также, как и все лимфоциты, образуются в костном мозге. В-клетки необходимы иммунной системе для того, чтобы запускать синтез антител против конкретного патогена, а также хранить информацию о том, какой именно тип антител может понадобиться при повторной встрече с конкретным возбудителем инфекции. В отличие от Т-клеток, В-лимфоциты не проходят строгий отбор и не гибнут массово. После образования В-лимфоцитов в костном мозге клетки переходят во вторичные лимфоидные органы – лимфатические узлы, селезенку и различные лимфоидные ткани слизистых, где происходит их созревание.

В **костном мозге** образуются все лейкоциты – белые кровяные тельца, которые осуществляют иммунные реакции. Лейкоциты – это потомки стволовых клеток крови, из которых в том числе развиваются красные кровяные тельца эритроциты, переносящие кислород, и кровяные пластинки тромбоциты, участвующие в каскаде свертывания крови под действием различных молекулярных факторов. Созревание и специализацию некоторые иммунные клетки завершают в иммунных органах – уже после выхода из органов кроветворения.

Лимфатические узлы – это органы округлой формы, которые располагаются вблизи лимфатических сосудов, соединяющих иммунные органы. Они играют роль своеобразных фильтров, которые собирают **антигены** – части чужеродных организмов. В этих узлах при взаимодействии антигенов с клетками приобретенного иммунитета происходит запуск образования **антител** – молекул-меток, при помощи которых иммунные клетки ликвидируют угрозы и оберегают организм от инфекций.

Работа лимфатической системы невозможна без соединительной ткани, которая циркулирует внутри системы. **Лимфа** – бесцветная прозрачная вязкая жидкость. Она движется по лимфатическим сосудам в сторону узлов системы за счет сокращения окружающих мышц. Лимфа содержит большое количество лимфоцитов, способных бороться с различными инфекциями. Здесь же В-лимфоциты секретируют антитела. Течение соединительной ткани внутри узла происходит достаточно медленно, и это дает лимфоцитам возможность взаимодействовать с другими лимфоцитами и дендритными клетками. Благодаря этому взаимодействию происходит запуск иммунного ответа со стороны приобретенного иммунитета.



Рисунок 1. Лимфатическая система

Селезенка – это самый крупный лимфоидный орган у позвоночных, который находится в брюшной полости. Его основная функция – быть фильтром для лимфы. В селезенке также происходит ее обогащение антителами. На ранних стадиях развития плода селезенка работает как орган кроветворения и производит в том числе самые первые иммунные клетки организма.

Клетки иммунитета

Прежде, чем переходить к описанию иммунных клеток, вспомним, что такое живая клетка и как она устроена.

Клетка – это структурно-функциональная элементарная единица строения и жизнедеятельности живого. Все живые организмы состоят из клеток. В некоторых случаях весь организм может быть представлен одной клеткой. Так, например, любая бактерия или микроскопический грибок, водоросль или простейшее является самостоятельной единицей живого.

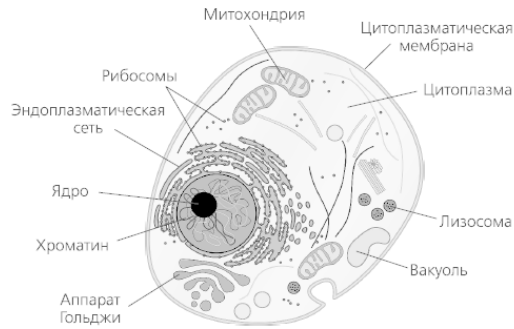
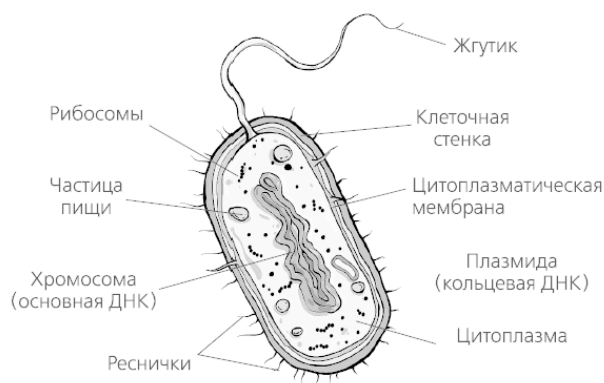


Схема строения клетки животного

Клетка животного представляет собой микроскопический пузырек, оболочка или **цитоплазматическая мембрана** которого служит барьером с ограниченной проницаемостью для воды и других веществ. Внутри клетки находится **цитоплазма** – вязкая субстанция, в которой плавают клеточные **органеллы** или органы клетки, выполняющие различные функции. У клеток животных присутствует оформленное **ядро**, которое хранит генетическую информацию в **ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоте)**. В ядре происходит синтез **РНК (рибонуклеиновой кислоты)**, которая является посредником при передаче генетической информации. Согласно информации, переданной от ДНК в РНК, на **рибосомах** клетки вне ядра происходит синтез белка. Часто рибосомы могут находиться на стенках **эндоплазматической сети** – лабиринтообразного клеточного органа, необходимого для транспорта и синтеза не только белков, но и иных важных веществ – липидов, стероидов и многих других. При участии **аппарата** или **комплекса Гольджи** происходит процесс запасания нужных для клетки веществ и выведение остальных. Принцип работы аппарата Гольджи напоминает функционирование почтовой службы, которая упаковывает различное содержимое и может либо оставить «посылку» внутри клетки на хранение до более поздней отправки, либо направить в определенные органеллы немедленно. Некоторые «посылки» – **лизосомы** или внутриклеточные пузырьки, плавающие в цитоплазме – содержат ферменты, расщепляющие некоторые вещества. Эти биологические катализаторы нужны для осуществления внутриклеточного пищеварения, уничтожения ненужных продуктов жизнедеятельности клеток и вторгшихся в клетку патогенов. Для того, чтобы обеспечить все эти сложные процессы, в клетках работают «энергетические станции» – **митохондрии**. Эти органеллы запасают энергию в виде соединений благодаря процессам окисления, которые происходят на ее мембранах.

Клетка бактерии устроена проще, но вовсе не «примитивнее», чем клетка животного происхождения. Бактериальная клетка обладает всеми признаками живой системы. По сути, это самостоятельный организм. В отличие от клеток животных, у бактерий нет оформленного клеточного ядра, а ДНК находится в цитоплазме. Отсутствуют и эндоплазматическая сеть, и аппарат Гольджи, и митохондрии – бактерии «дышат» с помощью своей **цитоплазматической мембраны** и **лизосом**. В отличие от животных клеток, у бактерий упрощены системы транспортировки и хранения веществ. Возможно одной из причин количественного преобладания бактерий на Земле является наличие у них особенной защитной структуры – **клеточной стенки**, которая представляет из себя плотную оболочку из пептидогликана над цитоплазматической мембраной. Она защищает бактерию от неблагоприятных условий. В клетках животных клеточная стенка отсутствует.



Строение бактериальной клетки

Существует несколько видов клеток врожденного иммунитета человека – это **базофилы**, **эозинофилы**, **натуральные киллеры**, **нейтрофилы**, **моноциты** и их формы, мигрировавшие из кровотока в ткани – **макрофаги**. Последние два типа клеток иммунной системы известны также как **фагоциты** – клетки, способные к фагоцитозу, то есть к поглощению различных вредоносных организмов. Процесс захвата и переваривания частиц внутри клетки был впервые описан в 1875 году канадским врачом **Уильямом Ослером**. В своей работе «Патологии легких шахтеров» он рассказал о процессе накопления угольных частичек в клетках легких работников шахт. Однако то, что это явление имеет отношение к механизмам защиты организма, впервые предложил русский ученый, «отец» отечественной иммунологии **Илья Мечников**. Его фундаментальные труды по фагоцитарной теории иммунитета о том, что иммунные клетки способны поедать и переваривать чужеродные организмы, были признаны мировым сообществом. В своих работах 1883 года Мечников впервые систематизировал факты, предложив учение об иммунитете. В 1908 году Илья Мечников был удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине «за труды в области иммунитета». Он получил эту награду совместно с другим великим ученым немецкого происхождения **Паулем Эрлихом**. Этому исследователю принадлежит идея о «магической пуле», которая могла бы прицельно убивать бактериальные клетки. Эрлих первым получил сальварсан или арсфенамин – «препарат номер 606», которым относительно успешно лечили сифилис. Кроме того, Пауль Эрлих первым описал разные типы иммунных клеток. Он использовал в своих экспериментах «кислые», разработанные им «нейтральные» и «основные» анилиновые красители. Благодаря применению усовершенствованных методов окрашивания белых кровяных телец и сопоставлению их с морфологическими свойствами различных клеток, Пауль Эрлих смог отделить несколько лейкоцитарных подмножеств друг от друга. Результаты его работы отражены в названиях клеток врожденного иммунитета: **нейтрофил** – лейкоцит, окрашивающийся «нейтральным» красителем; **базофил** – лейкоцит, окрашивающийся «основным» красителем (от латинского «basis» – основание); **эозинофил** – лейкоцит, окрашивающийся «кислым» красителем эозином (от греческого («эос») – «утренняя заря»).



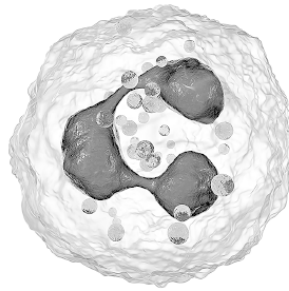
Клетки иммунитета.

Несмотря на различия клеток врожденного иммунитета, о которых речь пойдет позднее, все клетки врожденного иммунитета являются потомками стволовых клеток крови и представителями белых кровяных телец – лейкоцитов. У каждой такой иммунной клетки есть своя специализация. И, тем не менее, их объединяют несколько задач. Наиболее важные – это защита организма от потенциально опасных существ, уборка клеточного и молекулярного «мусора», а также подавление процессов аутовоспаления, при котором происходит нейтрализация неадекватных реакций других иммунных клеток.

В начале книги мы сравнивали защитную систему организма с многоступенчатой системой обороны замка. Метафорически каждый тип иммунных клеток можно сравнить с определенным родом войск.

Нейтрофилы

Нейтрофилы – это «пехотинцы» иммунной системы. Этих иммунных клеток в организме намного больше, чем остальных лейкоцитов – до 50–70 % всей популяции белых кровяных телец. Нейтрофилы быстрее всех попадают в район очага воспаления и переходят к активным действиям. Эти клетки вооружены молекулами иммунитета, которые способны уничтожать патогены. Один из возможных результатов «баталий» нейтрофилов с возбудителями инфекций – возникновение гнойников. Гной – это мертвые нейтрофилы и другие клетки, которые попали в радиус «столкновения» представителей лейкоцитов и возбудителей инфекций. Помимо атак, последствия которых заметны человеческому глазу, нейтрофилы способны поглощать бактериальные клетки и переваривать их без выброса сигнальных молекул. Таким образом другие клетки иммунитета не подключаются к атаке патогенов, и воспаления не возникает. Интересно, что нейтрализация угрозы нейтрофилами «без шума и пыли» происходит гораздо чаще, чем образование условных гнойников. Воспаления организму невыгодны. В тех случаях, когда к нейтрофилам подключаются другие клетки иммунитета и в теле все-таки возникают воспалительные процессы, организму приходится тратить множество ресурсов для того, чтобы нейтрализовать и сам очаг воспаления, и неизбежные негативные последствия его присутствия.



Нейтрофил

Эозинофилы

Эозинофилы можно сравнить с артиллерийскими войсками. В эозинофилах сосредоточены огромные запасы сильнейших цитотоксических веществ, под действием которых клетки патогенов разрушаются. Эти вещества по своей силе воздействия напоминают крупнокалиберное оружие, которым эозинофилы «вооружены до зубов». Именно эозинофилы первыми реагируют на вторжение паразитических червей, которые в несколько тысяч раз крупнее любых иммунных клеток. Благодаря высокому содержанию цитотоксических веществ и численному превосходству, эозинофилы способны избавлять организм от паразитов. Эти клетки врожденного иммунитета также участвуют в борьбе с *Mycobacterium tuberculosis*

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.