

**МИХАЭЛЬ ХАУХ** педиатр, **РЕГИНА ХАУХ** медицинский журналист



# **ИММУНИТЕТ**

**КАК У ТЕБЯ ДЕЛА?**

**ВСЁ О НАШЕМ  
СУПЕРОРГАНЕ, РАБОТА  
КОТОРОГО НЕ ВИДНА**

ТелОвидение. Внутри тела без скальпеля и рентгена

Михаэль Хаук

**Иммунитет. Как у тебя дела?**

«ЭКСМО»

2018

УДК 62.017  
ББК 28.707.4

**Хаук М.**

Иммунитет. Как у тебя дела? / М. Хаук — «Эксмо»,  
2018 — (ТелОвидение. Внутрь тела без скальпеля и рентгена)

ISBN 978-5-04-104824-2

Вы знаете, что иммунная система – отдельный орган? И эта книга рассказывает о нем все, что известно на сегодняшний день врачам и ученым. Вы узнаете о строении и возникновении нашей иммунной системы, о ее ошибках, о том, почему они случаются и как это можно исправить, как мы можем ее поддержать в повседневной жизни. Какую роль играют, например, материнское молоко или прививки в детстве? Почему мужчины по-прежнему умирают раньше женщин? Как работает «перезагрузка» иммунной системы после химиотерапии? Сколько грязи допустимо в быту? И почему способность нашего организма к защите по утрам лучше, чем вечером? Внимание! Информация, содержащаяся в книге, не может служить заменой консультации врача. Необходимо проконсультироваться со специалистом перед совершением любых рекомендуемых действий.

УДК 62.017  
ББК 28.707.4

ISBN 978-5-04-104824-2

© Хаук М., 2018  
© Эксмо, 2018

# Содержание

Отзыв российского специалиста	6
Предисловие	7
Часть 1. Иммунная система в течение жизни	14
1. Где находится иммунная система?	14
О многообразных[6] и человеке. История иммунной системы	17
2. Беременность и роды	23
Во время беременности. Толерантность и защита	23
Хорошая экипировка для прыжка в жизнь	24
Свежеиспеченные на клеточной фабрике. Как помогают наши клетки	26
Конец ознакомительного фрагмента.	29

**Михаэль Хаук, Регина Хаук**  
**Иммунитет. Как у тебя дела?**  
**Всё о нашем супероргане,**  
**работа которого не видна**

Michael Hauch and Regine Hauch

Ihr unbekanntes Superorgan: Alles über das Immunsystem

© 2018 Beltz Verlag in the publishing group B5eltz • Weinheim Basel

© Переводчикова А.А., перевод на русский язык, 2019

© В. В. Давлетбаева, художественное оформление, 2019

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2020

\* \* \*

## Отзыв российского специалиста

Перед вами книга о параллельном мире, что живет внутри вас и вместе с вами. Целый город под названием «иммунная система» приоткроет дверь, чтобы вы смогли погрузиться в эту немного странную, непонятную, но безумно захватывающую вселенную иммунных клеток.

Читая эту книгу, я практически на каждом абзаце вздрагивала и возмущалась, что автор залез в мою голову и считал оттуда все мои мысли и знания. Потому принятие решения о научной редакции было быстрым – конечно, да! Я бы очень хотела, чтобы у граждан РФ была возможность погрузиться в эту сложную тему, понять базовые принципы работы иммунной системы и, главное, понять, как вы ее можете полюбить и подружиться с ней. Я так и представила себе уставшую от болезней ребенка мамочку, которая, читая эту книгу, на глазах отпускает свою тревогу, успокаивается, на ее лице появляется улыбка и вместо сидения дома «с соплями» они с ребенком весело скачут по мостовой за мороженым.

В этой книге простым языком вам расскажут обо всех аспектах иммунного мира, начиная от рождения самых первых иммунных клеток, их созревания, заканчивая естественным старением иммунной системы. Автор разбирает реальные механизмы генеза аутоиммунных болезней, аллергических болезней, онкологических заболеваний. Описывает все возможные механизмы, которые использует иммунная система как во время появления этих заболеваний, так и в борьбе с ними.

При этом в книге огромное количество практических советов и к каждому есть научное объяснение: почему так важен сон и почему нужно спать по 8 часов? Почему именно утром идеальное время для вакцинации? Почему именно утром больные некоторыми аутоиммунными заболеваниями чувствуют ухудшение своего состояния? Почему так важно организовать в своей жизни атмосферу спокойствия и равновесия, избегая стрессов? Влияет ли холод на наш организм? Почему питание важнее БАДов и каким образом грязь может спасти детей от проблем с иммунной системой.

Что очень важно, автор описывает все последние разработки по модуляции иммунной системы, к которой мы вынуждены прибегать при лечении «больших» болезней.

Но и адептам «натуральной» медицины уделено в этой книге несколько строк. Лечение горячим чаем или «дыхание над паром», употребление эхинацеи или обливание холодной водой – автор затрагивает все эти моменты.

Несмотря на доступность изложенного материала, я все же настоятельно рекомендую к любой информации подходить критически, с умом. Прочтите книгу обстоятельно, не торопясь, не спешите ее закончить. Я вас уверяю, вы не раз вернетесь перечитать уже пройденные главы.

Иммунная система – она такая, не терпит суеты.

*Карташева Дарья*

Ученый-иммунолог,

госпитальный инженер больницы Кошан,

PhD аспирант, департамент иммунологии,

институт Пастера, Париж, Франция

## Предисловие

Я научился различать дни недели по звукам. Как минимум, понедельник. Саундтрек к нему в моей практике – это микс из чихания, кашля, хрипов и плача. Как правило, именно в субботу и воскресенье у моих пациентов случаются все 33 несчастья: воспаления дыхательных путей, понос и рвота, высыпания и повышение температуры. В понедельник, разумеется, все хотят пройти обследование, узнать свой диагноз и как можно быстрее снова стать здоровыми. Я педиатр, лечу детей и подростков. Но родителям моих пациентов зачастую этого мало, они хотят большего: например, знать, почему их дети вообще болеют, почему, выздоровев однажды, заболевают снова, а также почему болеют и сами взрослые. Как правило, у всех родителей есть одно общее подозрение: всему виной иммунная система, которая время от времени дает сбой. Но это не совсем так. А точнее, совсем даже наоборот.

Заглянем в прошлое. Долгое время я работал в отделении детской онкологии при Университетской клинике города Дюссельдорф, где маленьким пациентам проводилась химическая терапия. В результате такого лечения разрушались не только злокачественные раковые клетки, но и здоровые клетки организма, например белые кровяные тельца – лейкоциты. Они, курсируя с кровотоком по всему организму, распознают и обезвреживают возбудителей различных заболеваний. Без этих охотников быстрого реагирования, которые осуществляют план «Перехват», дети и подростки были бы уязвимыми и беззащитными перед любой, даже самой легкой, инфекцией. Исходя именно из этого, мы пытались защитить наших пациентов от тысяч вирусов и бактерий, которые летают в воздухе, живут на продуктах, выращенных в естественной среде, поджидают на поверхности мебели и дверных ручках, то есть присутствуют повсюду. Мы знали, что при недостатке лейкоцитов каждый контакт с посетителями, каждое соприкосновение с кожей, каждый съеденный лист салата может означать угрозу для маленького пациента. Поэтому дети и подростки в коридоры клиники могли выходить исключительно в защитных масках, они должны были как можно чаще мыть и дезинфицировать руки и – что для многих не так драматично – избегать употребления в пищу свежего салата и плохо прожаренного мяса. Те же самые меры безопасности, конечно, распространялись и на посетителей клиники. Родители, братья и сестры наших пациентов также должны были надевать защитные маски при контакте с больными детьми и как можно чаще мыть и дезинфицировать руки. Благодаря таким двойным мерам безопасности снижался риск возможной передачи возбудителя к больным детям и подросткам.

А для чего, собственно, детям и подросткам назначается химиотерапия? Почему иммунная система не может самостоятельно распознать и своевременно обезвредить раковые клетки? И логичный вопрос: что произойдет с пациентом, если ему имплантировать иммунную систему другого человека? Сможет ли в этом случае новая здоровая иммунная система распознавать и уничтожать раковые клетки? Будет ли она уничтожать здоровые клетки организма, воспринимая их как чужеродные?

Именно об этом мне и хотелось узнать больше. В поисках ответов на свои вопросы я отправился в США, в Нью-Йорк, где занимался исследовательской работой на базе Мемориального онкологического центра им. Слоуна – Кеттеринга (Memorial Sloan Kettering Cancer Center), самого лучшего онкоцентра в мире. Именно там в ходе работы в исследовательской лаборатории и клинике центра я нашел ответы.

Деятельность ученых немного напоминает работу паука. Они плетут сети из нитей познаний об устройстве мира, открытий, которым посвятили долгие годы работы. Со временем количество переплетений увеличивается, сеть становится все более плотной, а вопросы, на которые ученые и исследователи ищут ответы, все более специфическими и сложными. На сегодняшний день мы достаточно много знаем об иммунной системе. Науке известно, почему иммуни-

тет иногда дает сбой или вовсе становится врагом собственного организма. Например, загадка естественных киллеров уже частично разгадана. Но ученые идут дальше. Чем стремительнее прогресс в изучении иммунной системы, тем больше загадок и вопросов, в поисках ответов на которые приходится трудиться ученым. Врачи и ученые не перестают удивляться тому, насколько сложно организована наша иммунная система. Особенно удивительно наблюдать ее работу на примере собственного организма.

Несколько лет назад мне поставили диагноз рак, на тот момент у меня уже была своя клиника. Я проходил химическую терапию и облучение. Это привело к тому, что количество клеток иммунного ответа в моем организме упало ниже плинтуса и выработка антител была значительно угнетена. По мнению моего лечащего врача, я стал беззащитен абсолютно перед любой инфекцией. Вопреки сложной ситуации, в которой оказался, я не собирался отсиживаться дома. Мне хотелось продолжать работу с пациентами в моей клинике. Я пообещал своему доктору, что при общении с больными детьми буду носить защитную повязку и регулярно дезинфицировать руки. Ведь на протяжении всего зимнего периода каждый день в мой кабинет приходили чихающие, соплявые и кашляющие пациенты, как правило, с высокой температурой. Однако я все время оставался здоровым. Никакого кашля, насморка, никакой температуры.

Той зимой, наблюдая за процессами в собственном организме, я убедился в том, что наша иммунная система – это нечто большее, чем армия белых кровяных телец. Наш иммунитет – это бесчисленное множество различных защитных цепей, которые в результате совместной работы обеспечивают нам защиту, здоровье и хорошее самочувствие.

#### КАК ПРАВИЛО, У ВСЕХ РОДИТЕЛЕЙ ЕСТЬ ОДНО ОБЩЕЕ ПОДОЗРЕНИЕ: ВИННОЙ ВСЕМ ПРОБЛЕМАМ СО ЗДОРОВЬЕМ ИХ РЕБЕНКА ИММУННАЯ СИСТЕМА, КОТОРАЯ ДАЕТ СБОИ.

Некоторые из этих защитных цепей присутствуют в нашем организме не с самого рождения, а формируются в течение жизни. Именно поэтому маленькие дети болеют чаще. Иммунная система растет и развивается точно так же, как головной мозг, кости, мышцы и внутренние органы. Процесс этот не подчиняется какому-то изначально заложенному плану, наш иммунитет формируется с учетом потребностей и жизненных обстоятельств каждого конкретного человека на каждом отдельном этапе его жизни. И со временем возникает такая защитная система, которая подходит своему владельцу, как сшитый на заказ костюм, который к тому же подстраивается под постоянно меняющиеся условия.

В своей медицинской практике я имел возможность наблюдать за процессом становления иммунной системы. Каждые два года в нашу клинику на практику приходил один молодой специалист. День на третий в начале рабочего дня раздался звонок, и новый практикант свинцовым голосом сообщил о том, что заболел. Через пару дней он возвратился на работу. Не прошло и недели, как он заболел снова. Подобное наблюдалось первые полгода его работы. Примерно столько времени требовалось иммунной системе, чтобы «познакомиться» с большинством распространенных возбудителей, с которыми был вынужден контактировать молодой доктор по долгу службы. По истечении этого времени пропуски по причине болезни прекратились.





Результаты моих наблюдений в онкологическом отделении, в лаборатории, в моей практике и в результате собственной болезни побудили меня более плотно заняться вопросами иммунной системы, которая представляет собой удивительный феномен, день за днем незримо защищая наш организм от всевозможных атак.

Иммунная система не имеет какой-то четкой локализации в организме, не представляет собой какой-то определенный орган или ткань. Она присутствует везде, в каждом органе, ткани и биологических жидкостях нашего организма, от макушки до пяток. Для нашего глаза она незаметна, но результат ее работы может наблюдать каждый. В моих детских воспоминаниях до сих пор живо то удивление, с которым я наблюдал за тем, что происходит с моим разбитым коленом. Сначала из ранки течет кровь, затем останавливается, и ранка подсыхает, а через пару дней спекшийся сгусток крови отпадает, и можно увидеть, как под ним растет новая кожа нежно-розового оттенка, гладкая и очень нежная на ощупь. Через пару недель мое колено заживало полностью до следующего падения с велосипеда или турника.

Моя иммунная система прекрасно справлялась со своей работой по заживлению ран. Я всегда мог положиться на ее защиту, если случалось поранить палец, когда строгал ветку для игрушечного лука, или съесть немытое яблоко, схватив его грязными руками. Через пару дней заживали раны, исчезали насморк, кашель, признаки расстройства желудка и других легких болезней. Несколько дней хватало иммунной системе, чтобы распознать возбудителя, обезвредить его, и, как только это происходило, я чувствовал улучшения состояния. Год за годом моя иммунная система становилась крепче, а ее защита более надежной. Однажды я переболел корью, затем ветрянкой, после чего без всяких хлопот мог навещать своих одноклассников, которые болели ими, чтобы передать домашнее задание. Иммунитет надежно защищал меня от повторного заражения. Мой первый поцелуй случился с девочкой, которая была сильно простужена. Я при этом остался здоровым. Скорее всего, моя иммунная система ранее и при других обстоятельствах контактировала с ее вирусом и прекрасно знала, как можно его обезвредить, чтобы защитить меня.

В своем окружении я также имел возможность наблюдать, что происходит, когда иммунная система слегка «перегибает палку». Случилось это в день, когда мой двоюродный брат сло-

пал крендель и через некоторое время слег с сильными болями в животе и поносом. В дальнейшем он вообще не смог есть крендели, булочки и много других глютеносодержащих продуктов. Целиакией<sup>1</sup> называют заболевание, при котором иммунная система мгновенно реагирует на поступление в организм клейковины, содержащейся в злаках, хлебе, пиве и некоторых других продуктах. Современные эксперты считают целиакию смешанной патологией, которая объединяет в себе и аллергию, и аутоиммунное заболевание.

Сестра моей жены, после того как съела небольшой кусочек торта «укус пчелки», упала как ужаленная без сознания в троллейбусе. На ее счастье, достаточно быстро подоспела бригада скорой помощи, но медикам стоило большого труда спасти ее. Роковая случайность: жуликоватый пекарь вместо дорогого миндаля добавил в десерт арахисовую крошку. Сестра моей жены страдала аллергией на арахис. Всего лишь несколько граммов аллергена смогли запустить цепочку угрожающих жизни иммунных реакций.

Да, еще у меня была престарелая тетя со скрюченными пальцами на руках. Она страдала тяжелым ревматоидным артритом. В какой-то момент ее иммунная система начала атаковать собственное тело, преимущественно ткани, выстилающие поверхности суставов пальцев кистей. Ее руки сильно болели и становились все более скрюченными и скованными. В итоге они стали похожими на клюв птицы и практически перестали действовать.

На тот момент было мало известно об аутоиммунных заболеваниях и причинах их развития. Еще меньше знали о том, какая терапия может облегчить состояние такого больного. Иммунология – наука о защитных свойствах и реакциях организма – занималась и занимается вопросами причины сбоев в работе иммунной системы и причинами ее агрессивного поведения в отношении собственного организма. Однако однозначных ответов, которые могли бы стать спасением для таких пациентов, по сей день не существует. И это при том, что вопросами иммунологии человечество занимается на протяжении тысячелетий!

Первые сведения из области иммунологии человечеству известны со времен историка Фукидида. В 430–426 гг. до Рождества Христова в Афинах была страшная эпидемия, и историком было замечено, что человек, который перенес коварное заболевание, может ухаживать за другими больными без риска заболеть повторно. Причину такого явления ученые открыли гораздо позже, примерно 2000 лет спустя. В 1786 году британский сельский врач Эдвард Дженнер обнаружил странную закономерность. Доярки, которые переболели коровьей оспой (относительно безобидная для человека болезнь), не заболевали смертельной для человека натуральной оспой, которая захлестнула в те годы Европу, или же переносили ее в легкой форме. Дженнер установил взаимосвязь: у переболевшего коровьей оспой человека формируется защита, оберегающая его от заражения смертельным аналогом болезни. Чтобы подтвердить свою теорию, доктор взял немного жидкости из пустулы<sup>2</sup> доярки, зараженной оспой животного, и ввел под кожу восьмилетнему Джеймсу Фиппсу. Мальчик – сын одного из сельских работников – в результате такой манипуляции заболел коровьей оспой. Шесть недель спустя Дженнер ввел в организм ребенка гнойное содержимое пустулы человека, болевшего оспой натуральной. Джеймс при этом остался здоровым. День, когда это произошло, принято считать Днем рождения современной иммунологии.

В течение следующих столетий ученые пролили свет и на другие тайны нашей иммунной системы.

Роберт Кох заявил, что причиной туберкулеза являются микроорганизмы; русский врач Илья Ильич Мечников установил, что лейкоциты человеческого организма могут отражать атаку возбудителей заболеваний; Эмиль фон Беринг смог доказать, что человеческий орга-

---

<sup>1</sup> Мультифакториальное заболевание, нарушение пищеварения, вызванное повреждением ворсинок тонкой кишки некоторыми пищевыми продуктами, содержащими определенные белки: глютен и близкие к нему белки злаков.

<sup>2</sup> Первичный элемент сыпи, который появляется при развитии гнойного процесса в дерме или эпидермисе.

низм способен синтезировать вещества, обеззараживающие яды, так называемые антитоксины. Беринг специализировался на исследовании дифтерии и столбняка. Пауль Эрлих в 1897 году впервые рассказал миру медицины, что взаимодействие антигенов и антител происходит по принципу «ключ – замок», тем самым положив начало развитию иммунотерапии. Свое учение он назвал теорией боковых цепей. В 1900 году доктор Карл Ландштейнер разработал систему групп крови АВ0, которая не теряет актуальности по сегодняшний день. В 1902 году сотрудник Ландштейнера открыл четвертую группу крови АВ. В то же самое время Клеменс Фрайхер фон Пирке и его сотрудник Бела Шик искали ответ на вопрос, почему у пациентов развивается реакция на лошадиную сыворотку. В 1906 году для описания гиперчувствительности они вводят термин «аллергия».

**ОДНАЖДЫ Я ПЕРЕБОЛЕЛ КОРЬЮ, А ЗАТЕМ ВЕТРЯНКОЙ,  
ПОЭТОМУ БЕЗО ВСЯКИХ ХЛОПОТ МОГ НАВЕЩАТЬ ЗАБОЛЕВШИХ  
ОДНОКЛАССНИКОВ, ЧТОБЫ ПЕРЕДАТЬ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ.**

С середины XX столетия наблюдается ускоренный темп развития науки. Прежде всего, из США с короткими временными отрывами приходит информация о новых сенсационных открытиях, ученые все больше начинают понимать, как устроена и функционирует иммунная система. Была открыта система человеческих лейкоцитарных антигенов<sup>3</sup> (HLA). Сегодня эти знания играют огромную роль в трансплантации органов. Чем большей схожестью обладают донор и реципиент по системе HLA, тем ниже риск отторжения пересаженных органов и тканей. Несмотря на новые открытия, ученые не оставляли попыток глубже разобраться в вопросах синтеза антител и других клеток иммунного ответа, механизмах защиты и борьбы с возбудителями заболеваний. И на сегодняшний день исследования в данной области не теряют своей актуальности. Результаты такой работы приводят к тому, что противоопухолевая терапия все чаще подбирается индивидуально, появляются и внедряются новые вакцины против туберкулеза, ВИЧ, лихорадки Денге, Эболы, малярии и других коварных заболеваний.

Тем не менее еще не время ставить точку в истории иммунологии как науки. Как раз наоборот. Только сейчас мы начинаем понимать, как устроена и работает иммунная система человека.

До сих пор перед нами остается огромное количество вопросов, ответы на которые мы должны найти. Ученые всего мира пытаются собрать единичные кусочки познаний в общий пазл. Каждый день объем добытых знаний о нашей иммунной системе увеличивается. Результаты новых открытий активно обсуждаются в среде ученых на специализированных конгрессах. Общественности же об этом становится известно крайне редко. Серьезные ученые опасаются, что дилетантская пресса не всегда способна верно понять и передать суть крайне важных открытий и может вселить в обывателя ложные надежды, что в конечном счете способно негативно сказаться на репутации самих ученых. В СМИ каждую неделю восхваляются новые средства и рецепты, которые стимулируют наш иммунитет и являются эффективными при кашле, насморке, болях в животе, аллергиях и даже онкологических заболеваниях. Этот широкий перечень объединяет в себе все, от гомеопатических шариков до цветочной терапии Баха, в том числе какие-нибудь чудодейственные ягоды, витамины в убойной дозировке, минеральные вещества и микроэлементы, всякие соли и различного рода супереду. Однако все перечисленное не имеет ничего общего с настоящей наукой.

Это приводит к тому, что огромное количество ложной информации бесконтрольно гуляет по миру, а правдивые и полезные знания не доходят до общественности. Результат может иметь весьма драматические последствия. Люди для предупреждения заболеваний и в борьбе с инфекциями, аллергиями и даже раком все чаще будут полагаться на несерьезные

---

<sup>3</sup> Система тканевой совместимости человека.

средства, которые в принципе не обладают никаким лечебным действием. Знание и незнание одинаково передаются от поколения к поколению в пределах одной семьи или круга друзей. Некоторые, например, до сих пор уверены в том, что прививки представляют собой угрозу и нет ничего лучше, если ребенок перенесет стандартный набор детских заболеваний привычным способом, т. е. переболеет ими. К опасным последствиям это может привести, когда родители намеренно отправляют своего ребенка на «коровую вечеринку», чтобы тот быстрее заразился от сверстников.

Незнание сильно усложняет самые простые вещи. Однажды зимой мой ребенок в слезах вернулся из школы. Учительница запретила ему идти на урок плавания, потому что у того не было с собой резиновой шапочки. По мнению преподавателя, пройдя пару метров с сырыми волосами после бассейна, мой сын непременно должен был заболеть гриппом. То, что грипп не имеет ничего общего с мокрыми волосами, а представляет собой вирусное заболевание, учительница, по всей видимости, не знала.

Короткая прогулка пешком на холодном воздухе не нанесла бы никакого ущерба детскому организму. Учительница не имела представления о том, что деятельность клеток иммунного ответа несколько снижается в ответ на переохлаждение слизистой носовой полости. В общем, ребенка не пустили на урок плавания, что само по себе не нанесло никакого вреда его здоровью, но стало неприятным обстоятельством, которое еще раз подтверждает: проверенные и достоверные знания о том, как устроен и как работает человеческий организм, должны как можно быстрее войти в массы. Я очень надеюсь, что, написав эту книгу, мне удалось внести свой вклад в это важное и нужное дело.

#### НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ИММУНОЛОГИИ ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ ТЕРАПИЯ ВСЁ ЧАЩЕ ПОДБИРАЕТСЯ ИНДИВИДУАЛЬНО, ПОЯВЛЯЮТСЯ ВСЁ НОВЫЕ ВАКЦИНЫ.

Я хочу, чтобы сложные и признанные научным сообществом факты о том, что нас делает больными, а что – сильными, стали доступны каждому человеку. Сами по себе знания, конечно же, никого не оздоровят, но могут значительно сократить путь к здоровью. В своей книге я хочу рассказать читателю о результатах самых важных научных исследований и о том, как ими можно воспользоваться, чтобы улучшить качество жизни. Наличие медицинского образования, опыт научной работы и годы практики в стационаре и собственной клинике облегчили мне работу, помогли систематизировать научные данные, имеющиеся в арсенале научного сообщества. Моя соавтор помогала придать сложным терминам и формулировкам человеческий язык и тем самым сделать имеющиеся знания доступными для каждого читателя, не имеющего даже минимальных познаний в области медицины, чтобы тот мог ими воспользоваться. Возможно, некоторая информация, приведенная в книге, все-таки потребует небольшой работы и вдумчивого прочтения со стороны читателя. Но мы не настаиваем на этом. Следовать своему природному любопытству и перескакивать на следующий абзац тоже не возбраняется. Небольшой словарь в конце книги упростит понимание сложных моментов.

В первой большой части книги речь идет преимущественно о строении и формировании нашей иммунной системы. Во второй части уделяется особое внимание ошибкам, которые совершает наша иммунная система, и вопросам, как эти ошибки можно исправить, какие средства существуют в арсенале современных врачей. В третьей части мы поговорим о том, как в повседневной жизни мы можем поддержать нашу иммунную систему, чтобы оставаться здоровыми. В четвертой части мы попробуем заглянуть в будущее и расскажем о том, какие новые идеи и терапевтические возможности в борьбе с аллергией, онкологией и другими болезнями нам предложит медицина будущего. Настоящая книга не является медицинским учебником. Это всего лишь руководство и мотиватор к действию. Чем лучше мы поймем наш «суперорган»

иммунитет, тем лучше мы сможем научиться поддерживать его, чтобы до глубокой старости оставаться здоровыми.



## Часть 1. Иммунная система в течение жизни

### 1. Где находится иммунная система?

Болезнетворные микроорганизмы, к которым относятся вирусы, бактерии, грибы и паразиты, невидимы человеческому глазу. Но каждый из нас точно знает, что они существуют практически везде: на игрушках, в песочнице, на дверной ручке, компьютерной клавиатуре, на купюрах и монетах, на продуктах питания, которые мы покупаем на рынке или в супермаркете, на руках людей, с которыми мы контактируем, и на наших собственных ладонях. Они подкарауливают нас везде, только и ждут того, как бы поселиться в нашем организме, тем самым нарушив его функционирование.

Иногда мы размышляем над тем, как же все-таки они выглядят, эти мелкие противные причины наших болезней. Для большинства людей подобный вопрос находится где-то в плоскости научной фантастики. Ученые же с огромной радостью докапываются до самой сути.

Несколько лет назад машинисты метрополитена в Нью-Йорке, Йоханнесбурге, Париже, Москве, Токио, Сиднее и сотрудники недавно запущенного берлинского метро могли наблюдать странное явление. Молодые ученые роились, как пчелы, с ватными палочками и ловили невидимых обитателей нашей планеты, наших сожителей, которые живут в нас, на нас, над нами и под нами. Инициатором такого флешмоба стал нью-йоркский биоинформатик Кристофер Мэйсон из Корнеллского университета (Cornell University). Однажды он забирал свою дочь из детского сада и увидел, как она облизывает игрушку. Как у любого другого родителя, у него уже вертелось на языке: «Не суй в рот грязные предметы, а то заболеешь». Но ученый осекся, задавшись вопросом, с какими именно возбудителями контактирует его ребенок. В 2013 году Мэйсон и его коллеги начали работу по исследованию скрытых микроорганизмов в нью-йоркском метро. Позже к ним присоединились коллеги в других штатах и других странах. Ватными палочками они собирали содержимое поверхностей сидений, терминалов по продаже билетов, поручней в вагонах метро. Так ученые получали образцы клеток и их остатков, которые скапливались на поверхностях различных предметов. Затем из полученного материала выделили фрагменты ДНК, и миллионы кусков с помощью компьютерной программы собрали в единую картину. Таким образом была определена структура генетического материала полученных клеток и их видовая принадлежность.

Генетическое картирование<sup>4</sup> микробов, обитавших на станциях нью-йоркского метро, было завершено.

Тот, кто однажды увидит эту карту целиком, будет потрясен от осознания того, что на ней представлен параллельный мир. Ученые смогли определить 637 различных видов микробов. Половиной из них оказались бактерии, перемешанные с фрагментами ДНК людей, грызунов, грибов и вирусов. Некоторые бактерии были болезнетворными. Мэйсон и его команда обнаружили возбудителей сибирской язвы, чумы, но большинство микроорганизмов все же не представляли опасности для человека, а некоторые оказались даже полезными. После того как работа в метро Нью-Йорка была успешно завершена, был дан старт аналогичному проекту в Берлинском метрополитене, который планируется завершить к 2020 году.

И тогда мы узнаем гораздо больше о том, какие существуют микробы, где они обитают, откуда появляются, как размножаются, какие их разновидности и в каком количестве способны вызывать вспышки инфекционных заболеваний.

---

<sup>4</sup> Создание карты чего-либо.

**ВАТНЫМИ ПАЛОЧКАМИ УЧЕНЫЕ СОБРАЛИ СОДЕРЖИМОЕ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ СИДЕНИЙ, ТЕРМИНАЛОВ ПО ПРОДАЖЕ БИЛЕТОВ,  
ПОРУЧНЕЙ В ВАГОНАХ МЕТРО, ЧТОБЫ УСТАНОВИТЬ, С КАКИМИ  
ВОЗБУДИТЕЛЯМИ МЫ СТАЛКИВАЕМСЯ КАЖДЫЙ ДЕНЬ.**

Метагеномика – это область науки, которая проливает свет на параллельную вселенную и ее обитателей, скрытых от человеческого глаза, но живущих повсюду рядом с нами. Метагеномика – предмет жарких дискуссий в будущем. Каждый день мы оставляем множество персональных данных в Сети, которые многое могут рассказать о наших интересах и пристрастиях. Точно так же малюсенькие существа, которые мы оставляем на различных поверхностях в метрополитене и не только, способны поведать многое о нас: кто мы такие, возбудители каких заболеваний нас поджидают. Возможно, однажды мы поймем, как можно обезопасить себя от них и даже их победить. Но на сегодняшний день этот проект лишь в очередной раз напоминает нам, что мы живем не одни на этой планете, и развенчивает миф о нашей самостоятельности и независимости.

Хорошие микробы помогают нам выживать, плохие осложняют нашу жизнь тем, что вселяются в нас и вызывают развитие различных заболеваний. Нам никак не избежать контакта с ними. Если мы не попадем под машину, не станем жертвой авиакатастрофы или нас не затопчет лошадь, то с высокой долей вероятности можно утверждать, что умрем мы (хотелось бы верить, что произойдет это не слишком скоро) от инфекции. А пока этого не случилось, нам не остается ничего, кроме как всецело и полностью довериться нашей иммунной системе, чего она вполне заслуживает. Ей действительно приходится нелегко, поскольку она вынуждена день за днем охранять нас.

Предполагается, что мы не будем усложнять ей жизнь круглосуточным сидением перед телевизором без малейшего движения, курением, частыми вечеринками с распитием алкоголя, вредной и жирной едой, постоянными стрессами. Если мы ее побережем и обеспечим ей немного покоя, то тем самым значительно облегчим ей работу.

**ВНЕШНЯЯ ЧАСТЬ НАШЕГО ТЕЛА – «МЕРТВЫЙ ЧЕХОЛ»,  
ОРОГОВЕВШИЕ ЧЕШУЙКИ КОЖИ. КОЖА ХОРОШО ЗАЩИЩАЕТ,  
Т. К. ВНУТРЬ ВРЕДНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ МОГУТ ПРОБРАТЬСЯ  
ТОЛЬКО ЧЕРЕЗ ЖИВЫЕ КЛЕТКИ.**

Наша иммунная система очень умная и очень хорошо нас знает. Она прекрасно осведомлена, откуда в прошлом исходила опасность и как удалось этой опасности противостоять. Она приспособляется к нам, постоянно изучает что-то новое и в любой экстренной ситуации моментально готова прийти на помощь. Кроме всего прочего, наша иммунная система очень скромная. В отличие от сердца, желудка, легких, печени, почек и других органов, которые сразу начинают подавать сигналы, если дела у них обстоят не очень хорошо, иммунная система ведет себя тихо, лишний раз не докучая нам. И пока она функционирует бесперебойно, мы даже не задумываемся о ее существовании. Мы знаем ее имя, но большинство людей не имеет ни малейшего представления о том, как она выглядит и где находится. Большинство из нас полагает, что в организме просто что-то где-то есть, и это что-то своевременно отражает угрозы и атаки болезнетворных микроорганизмов. Собственно, на деле все так и происходит. Иммунная система существует и моментально вступает в бой, если возникает угрожающая жизни ситуация.

Она не защитит нас от злой собаки или карманного вора. В этом случае более эффективными окажутся ловкая нога или сильная рука. Если мы вступаем в контакт с химическими отравляющими веществами, то роль первой скрипки берет на себя печень. При врожденных заболеваниях действенными зачастую бывают только медикаментозная терапия и лечебная

гимнастика, эрготерапия<sup>5</sup>. При избыточной влажности, жаре, холоде, давлении и ударах защиту обеспечивает кожа, состоящая из нескольких слоев, которые выполняют разные функции. Самый верхний слой кожи представляет собой мертвые роговые чешуйки, которые постоянно слущиваются с поверхности. Этот своего рода мертвый чехол является форпостом нашей иммунной системы. Если бактерия, грибок или вирус оседают на поверхность такого мертвого чехла, то опасности организму они никакой не представляют. Согласитесь, ведь на кончиках пальцев не развивается воспаление, если мы касаемся ими грязной клавиатуры компьютера. Мы также не заболеем, если нам придется сесть на грязное сиденье унитаза. Ведь кроме рогового слоя и защитных бактерий, обитающих на поверхности кожи, у нас есть еще защитники – собственные антибиотики, вырабатываемые нашим организмом. При контакте с бактериями, грибами, токсинами и вирусами они начинают моментально синтезироваться. Особенно эффективны они в отношении кишечной палочки, эшерихии коли, которая может быть очень опасной для человека.

Для того чтобы возбудителю удалось нас сразить, сначала он должен прорваться через кожный барьер и попасть внутрь нашего организма. Произойти это может только на участках, где расположены живые клетки кожного покрова. Например, на месте ранки, или пореза, или иного механического повреждения кожи. Потертости, опрелости, воздействие на кожу высокими температурами или контакт с кислой средой – все это делает нашу кожу очень уязвимой. Также заражение возможно в результате попадания возбудителя на участки, покрытые слизистой оболочкой. Сама по себе слизь защищает чувствительные слизистые оболочки, но не всегда это происходит эффективно. Например, в женский организм болезнетворный агент может проникнуть через влагалище. Оттуда он легко передвигается куда угодно. Например, может обосноваться в мочевом пузыре, вызывая его воспаление. Самый легкий путь проникновения в наш организм – через слизистую оболочку глаза, носа и ротовой полости. Достаточно, чтобы утром в автобусе на нас кто-нибудь пару раз чихнул от души, и миллионы болезнетворных микроорганизмов, попав на слизистую глаза и носа, устремляются внутрь нашего организма. И тогда за работу принимается наша иммунная система. Кажется, что все работает очень просто. Но на деле куда сложнее.

Сначала нашей защитной системе предстоит распознать, с кем она имеет дело: с бактерией, вирусом, грибом, паразитом, простейшими или клетками собственного организма, которые пытаются ввести в заблуждение. Против каждого нападения у иммунной системы есть свой механизм защитной реакции.

Чтобы понять, насколько это сложно, представьте, как команда ученых в своей лаборатории годами работает над созданием прививки или лекарства против одного конкретного заболевания.

**ПРЕЖДЕ ЧЕМ НАС ЗАЩИЩАТЬ, ИММУННОЙ СИСТЕМЕ НУЖНО  
РАСПОЗНАТЬ, С КЕМ ОНА ИМЕЕТ ДЕЛО: С БАКТЕРИЕЙ, ВИРУСОМ,  
ГРИБКОМ, ПАРАЗИТОМ, ПРОСТЕЙШИМИ ИЛИ КЛЕТКАМИ  
СОБСТВЕННОГО ОРГАНИЗМА, КОТОРЫЕ ПЫТАЮТСЯ ВВЕСТИ В  
ЗАБЛУЖДЕНИЕ.**

Наша иммунная система, в отличие от группы ученых, всю работу делает в одиночку. Иногда и в ее работе случаются сбои, в результате которых она начинает реагировать неправильно. При избыточном реагировании у человека развивается аллергия. Если же иммунная система начинает атаковать собственный организм, развивается аутоиммунное заболевание. Иногда иммунный ответ бывает недостаточным. При слабом иммунном ответе мы можем подцепить что-то легкое, типа насморка, или что-то пострашнее, например, воспаление оболочек

---

<sup>5</sup> Область медицины, имеющая своей целью оказание помощи человеку в повседневной жизни, развитие, восстановление и поддержание навыков, необходимых при выполнении действий, важных и значимых для здоровья и благополучия.



головного мозга, а можем даже заболеть раком. Случается и такое, что наша иммунная система мечется в нерешительности, не понимая, как ей поступить с незнакомым болезнетворным агентом: в этом случае мы тоже заболеваем. Иногда иммунная система вступает в контакт с особенно агрессивным болезнетворным агентом и ей не удается быстро распознать его и выработать правильную стратегию защиты. Из такой ситуации нам также вряд ли удастся выйти здоровыми самостоятельно, скорее всего, придется обратиться за медицинской помощью. Но с учетом того объема задач, которые наш иммунитет вынужден решать каждый день, количество допущенных ошибок носит обозримый характер. Даже если случается, что поначалу защитная система не понимает, как держать удар, то в большинстве случаев через какое-то время она начинает понимать, как это сделать и что лучше предпринять, чтобы сохранить нас здоровыми, и запускает в работу защитный механизм. Как правило, после пережитого однажды опыта приобретенный навык сохраняется. При повторном контакте с тем же самым вредоносным агентом иммунная система реагирует молниеносно, поражает его будто выстрелом из пистолета.

Если коротко, то наша иммунная система гениальна. Но на разработку имеющихся у нее механизмов ей понадобилось несколько миллионов лет. При этом она и сейчас не стоит на месте, постоянно совершенствуется и становится более зрелой.

## **О многообразных<sup>6</sup> и человеке. История иммунной системы**

Ни для одного из существовавших когда-либо биологических видов наша планета не была уютным и комфортным местом для проживания. Даже четыре миллиарда лет назад, когда только начинала формироваться земная кора, а бактерии – первые живые существа – плавали в водах океана, уже тогда между ними шла ожесточенная борьба за существование. Тот, кто хотел остаться на плаву, должен был найти для себя прогретые участки коры, чтобы усердно на них размножаться делением. Бактерии, которым это не удавалось, были выброшены из эволюционного процесса. Оставшиеся успешно размножались и все лучше приспосабливались к меняющимся условиям окружающей среды.

Когда-то, примерно 2,7 миллиарда лет назад, из вод океана вынырнули первые древние существа и одноклеточные. В результате клеточного деления возникли многоклеточные организмы. Эволюция начала набирать обороты. Появились водоросли, губки и грибы, бактерии стали объединяться в сложные колонии. На Земле того времени еще сохранялся основной принцип жизни – «сожрать самому или быть сожранным». Недавно появившиеся многоклеточные еще не имели в своем арсенале оружия, которое могло бы им помочь в борьбе с уже достаточно продвинутыми в эволюционном плане бактериями и вирусами. Для этого потребовались еще миллионы лет эволюции. И только примерно 500–600 млн лет назад случился эволюционный скачок.

Где-то в водах океана, который на тот момент практически полностью покрывал земной шарик, многоклеточные формы жизни научились вырабатывать маленькую белковую молекулу. По своим свойствам она была похожа на антибиотик широкого спектра действия. Они впрыскивали ее в клеточную мембрану бактерии, тем самым убивая ее. Одновременно белковая молекула подавляла у бактерий и вирусов, которые атаковали многоклеточные существа, способность размножаться. Гениальный трюк – сделать своего врага бесплодным. Это достижение можно справедливо считать Днем рождения иммунной системы.

Появление защитных белковых молекул, или дефензинов, стало катализатором в эволюционном процессе. Многоклеточные существа больше не должны были оставаться обезоруженными и ожидать нападения врага, который их уничтожит. Они обрели способность защищать себя, а вместе с тем и шанс на более длинную жизнь. А тот, кто дольше живет, имеет

---

<sup>6</sup> Отряд бесчелюстных из монотипического класса минюг.

лучшую способность к размножению. Следующим прорывом стало появление клеток-пожирателей, так называемых фагоцитов. На поверхности их клеточной оболочки располагались участки стыковки – рецепторы. Они выполняли функцию распознавания оболочек других живых существ. Если обнаруживались какие-либо признаки того, что перед ними вражески настроенный вирус, бактерия или грибок, то фагоциты первыми его атаковали. При этом они крепились к его поверхности. Рецепторы (участки стыковки) точно совпадали со структурами поверхности вражески настроенных микробов, подобно двум кирпичикам конструктора лего. Как только клетке-пожирателю удавалось состыковаться с потенциальным обидчиком, она тут же заглатывала его и переваривала внутри себя. Так, с появлением дефензинов и клеток-пожирателей возникли первые механизмы самозащиты.

Чего еще не хватало на тот момент с практической точки зрения, так это системы оповещения, с помощью которой можно было объявить тревогу и подозвать подкрепление в виде дефензинов и клеток-пожирателей. Сколько столетий понадобилось для того, чтобы сформировалась такая система оповещения, доподлинно никто не знает. Факт остается фактом: однажды она появилась. Этот период ознаменовался активной работой цитокинов – маленьких белковых молекул, которые выполняют роль посыльных между клетками, своего рода разновидность химической телефонной связи. Работа их заключается в том, чтобы сообщать о наличии вражеского агента, тем самым стимулируя клетки-пожиратели и дефензины к размножению со скоростью ветра, чтобы прижать врага к стенке. Так сложилась следующая версия защитной системы, «система комплемента»<sup>7</sup>, состоящая из нескольких протеинов, в результате взаимодействия которых эффективно подавляются инфекционные процессы, преимущественно на начальных стадиях развития заболевания.

**МОЖНО СКАЗАТЬ, ИММУННАЯ СИСТЕМА РОДИЛАСЬ ТОГДА,  
КОГДА МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ НАУЧИЛИСЬ СОЗДАВАТЬ БЕЛКОВУЮ  
МОЛЕКУЛУ, НЕ ПОЗВОЛЯЮЩУЮ БАКТЕРИЯМ И ВИРУСАМ  
РАЗМНОЖАТЬСЯ.**

Таким образом, к основным важным компонентам нашей иммунной системы относятся клетки-пожиратели, дефензины, цитокины в роли сигнальных веществ и система комплемента, которая по цепочке запускает артиллерию защитных реакций.

Живые существа приходят в этот мир, уже имея в арсенале этот набор механизмов, который носит название неспецифический иммунитет. Это значит, что с помощью данных механизмов организм без разбора отражает все атаки, которые кажутся ему подозрительными.

Врожденная иммунная система в течение следующих миллионов лет превратилась в хит экспорта. Вскоре ею стали пользоваться не только зеленые водоросли, но и другие простейшие живые существа. Новые, более сложно устроенные организмы начали заселять Землю. Около 500 миллионов лет назад в водах Мирового океана уже плавали первые, похожие на рыб позвоночные. Площадь океана становилась тем временем меньше. Появлялись участки суши. На Земле царил теплый влажный климат, который постепенно становился сухим. Первые рыбы, ракушки и ракообразные активно возились в воде и давали начало множеству новых различных видов. На суше стремительно увеличивалось количество новых видов растений. Амфибии начинали выходить из воды на сушу. Новые разновидности насекомых расширяли свое жизненное пространство. Ящерицы, змеи и другие пресмыкающиеся неуклюже расплозились по болотам и прибрежной полосе. Прогресс по огромной производственной площадке под названием «эволюция» шагал семимильными шагами. На Земле становилось все теснее. В ходе эволюции появлялись не только новые разновидности растений и животных, но и новые возбудители заболеваний, не известные до этого момента бактерии, вирусы и паразиты. Врож-

---

<sup>7</sup> Группа глобулярных белков сыворотки крови животных и человека, представляющих собой часть иммунной системы организма.

денная иммунная система пока еще справлялась с большинством из них, но уже далеко не со всеми. Часто она работала медленно, с каждым разом ей было все сложнее ориентироваться и распознавать, кто перед ней: враг или нормальная клетка собственного организма.

Такой пробел в работе защитной системы стал серьезным камнем преткновения в дальнейшем развитии механизмов выживания. В результате мутаций со временем появилась новая, более умная защитная система – адаптивная иммунная система. На возбудителей болезней она реагировала путем выработки высоко специализированных иммунных клеток, так называемых Т-клеток, которые убивали болезнетворных агентов, и В-клеток, которые отвечали за выработку новых антител.

Такие клетки иммунного ответа уже не атаковали просто так все чужеродное. Они были специалистами узкого профиля, которые вступали в схватку только с определенными возбудителями и нейтрализовали их, после чего на долгие годы запоминали о той схватке с врагом и абсолютно точно знали, что нужно делать, если такой же возбудитель встретится им еще раз.

На сегодняшний день никто не может однозначно сказать, какими путями шла эволюция к созданию этой новой, очень умной защитной системы. Также неизвестно, кто стал первым счастливым обладателем такого умного механизма защиты. Вполне возможно, что это были миноги.

Эти позвоночные животные, напоминающие угря, на сегодняшний день занесены в Красную книгу как исчезающий вид и по праву считаются живыми ископаемыми. Уже более 500 миллионов лет они тихо и спокойно обитают в воде, с помощью зубов-терок питаются рыбой и благополучно размножаются. Очень простая стратегия жизни, благодаря которой эти живые организмы дожили до наших дней, не претерпевая значительных мутаций (изменений).

Биологи, занимающиеся вопросами эволюции, и иммунологи очень любят миног. Не существует в арсенале ученых никакой другой, более понятной иммунной системы. Древних животных нельзя оживить с помощью генной инженерии, как в фильме «Парк юрского периода». Чтобы понять, как функционировала иммунная система живых существ до наших дней, имелась ли она у них вообще, ученым необходимо найти живое существо, имеющее возраст несколько миллионов лет и дожившее до наших дней в неизменном состоянии.

Только с помощью такого животного у ученых появляется возможность заглянуть в прошлое. Для реализации такой задачи вполне бы подошла акула. Хрящевые рыбы существуют уже почти 400 млн лет. Но средой обитания акул является морская вода, им требуется много места, растут они дольше, чем человек, некоторые из них достигают половой зрелости только к возрасту 30 лет.

И, как известно, они не относятся к животным, с которыми очень легко ужиться человеку. Лучшей альтернативы, чем миноги, просто не существует. Для комфортного проживания им достаточно небольшого тазика с прохладной пресной водой, и они не кидаются на каждого, кто опустит руку в тазик, где они обитают. Достаточно веские аргументы в пользу того, чтобы миноги стали любимыми питомцами ученых.



В 2011 году рабочая группа ученых во главе с Томасом Бемом (Boehm) из Института иммунологии и эпигенетики Макса Планка в г. Фрайбург совместно с американскими специалистами объявили об открытии, которое они сделали в процессе исследования миног. Оказалось, что самые примитивные из живущих на планете позвоночных имеют ткани, схожие с тканями вилочковой железы человека. Был сделан вывод, что миноги обладают центральным аппаратом адаптивной иммунной системы. В вилочковой железе, которая у человека и других высших позвоночных расположена чуть выше сердца, Т-лимфоциты вызревают в боеспособные клетки иммунного ответа. Когда они покидают вилочковую железу, они уже могут целенаправленно распознавать, атаковать и уничтожать бактерии и вирусы за счет специфических рецепторов, способных идентифицировать чужеродные молекулы. Совместно с В-лимфоцитами, которые тоже распознают чужеродных агентов, они образуют внешне эффективную защитную систему, которая не только отражает нападение в случае опасности, но и способна запоминать стратегию своего противника. В случае повторной атаки такая защитная система мобилизуется еще быстрее и молниеносно нейтрализует врага.

Структуры, схожие по строению с тканями вилочковой железы, обнаружили немецкие ученые у миног после длительных поисков болезнетворных агентов в их организме. Сделанное ими открытие было сенсационным. За счет того, что животные не претерпели изменений как минимум в течение последних 500 млн лет, сегодня мы достоверно знаем, что возраст адаптивной иммунной системы – грандиозного изобретения эволюции – гораздо больше, чем предполагалось ранее. И доступна она была не только высшим позвоночным, к которым относится и человек, – именно такой точки зрения придерживались ученые последние 150 лет. С позиции двойной системы иммунного ответа, минога и человек очень схожи между собой. Но эволюция позаботилась о том, чтобы иммунная система человека в ходе его развития ста-

новилось более сложной. Различные органы во всем организме трудятся во благо иммунной системы. Они синтезируют большое разнообразие различных клеток иммунного ответа, антител и сигнальных веществ (медиаторов). Кроме того, есть клетки, которые регулируют данные процессы с помощью сложных систем, управляют ими и контролируют их.

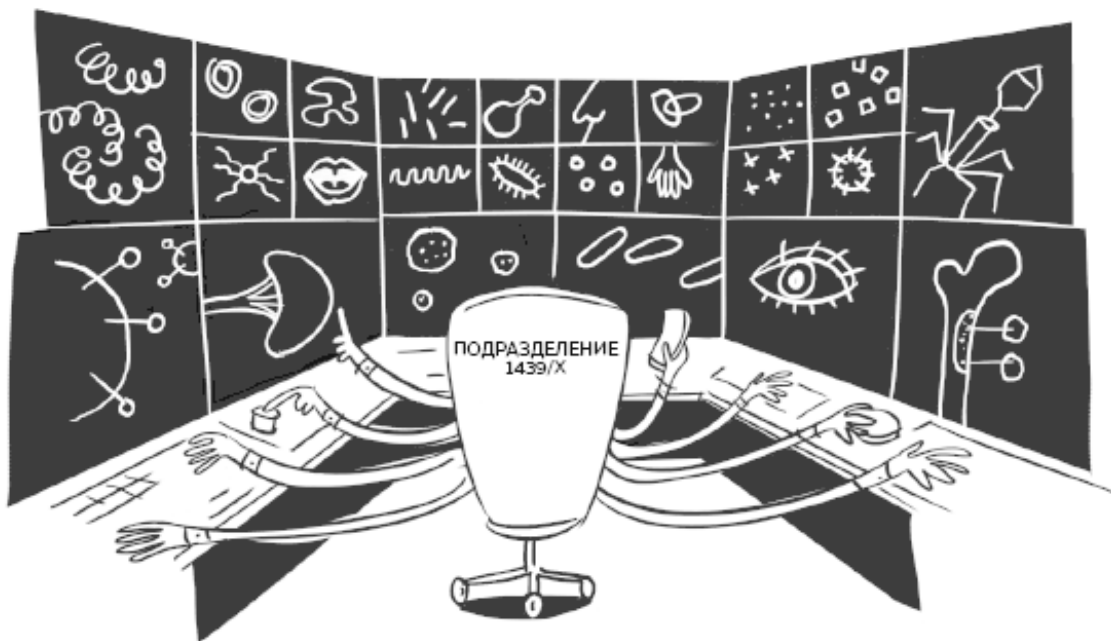
**ИММУННАЯ СИСТЕМА – ЭТО НЕ СТАЦИОНАРНАЯ УСТАНОВКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЗАЩИТНЫХ ШАРИКОВ, А ХАОТИЧЕСКИ РАЗРОЗНЕННАЯ И ВМЕСТЕ С ТЕМ ВЫСОКОУПОРЯДОЧЕННАЯ СЕТЬ ИЗ МНОЖЕСТВА КОМПОНЕНТОВ.**

В общем, наша иммунная система – это не стационарная установка по производству защитных шариков, а скорее хаотически разрозненная и вместе с тем высокоупорядоченная гениальная сеть из многих компонентов.

Компоненты взаимодействуют между собой, иногда лучше, иногда хуже, иногда мгновенно, а иногда с задержками. Но постоянно занимаются самообразованием и применяют полученные знания и навыки, чтобы сохранять нас здоровыми. Одним словом, суперорган.

Иногда пациенты задают мне вопрос: «А где находится наша иммунная система?» Самый простой ответ звучит так: «Везде, где она нужна».

Ученые со всего мира каждую неделю сигнализируют о новых открытиях и неизвестных ранее фактах, о способностях и свойствах иммунной системы. Но каждое новое открытие порождает новые вопросы. Главные из них относятся к области регуляции и управления иммунной системой. Кто или что дает команду для захвата болезнетворных агентов? Кто или что координирует ход сражения с возбудителями? Какие воины ведут за собой в атаку остальных бойцов и в каком количестве? Кто или что сигнализирует о выигранном бое и дает распоряжение принять исходные позиции? Как выстраивается линия защиты при повторной атаке?



Но при всех этих многочисленных вопросах как же радостно просто знать, что наша иммунная система существует. Существует везде, где она нужна. И для начала я предлагаю остановиться именно на этом простом тезисе.

Итак, наша иммунная система в действительности не представляет собой какой-то отдельный орган, она состоит из различных органов, которые работают в связке друг с дру-

гом: тимус, селезенка, глоточные миндалины, огромное количество лимфоузлов по всему телу, а также костный мозг. В состав иммунной системы входит огромное разнообразие клеток и огромное количество других помощников, которые рассредоточены по всему организму: антитела, медиаторы, различные разновидности белков, которые принимают участие в иммунном ответе.

К иммунной системе относятся и бактерии, обитающие на поверхности нашего кожного покрова, слизистых оболочек, бактерии кишечника, а также биохимические вещества, например, соляная кислота желудка и слизь. Все вместе, на первый взгляд, выглядит как хаос. Только при более детальном рассмотрении удастся понять, насколько гениальна наша иммунная система, насколько она высоко упорядоченная и хрупкая одновременно. Но обо всем по порядку.

## 2. Беременность и роды

В самом начале нашей жизни иммунной системы еще не существует просто потому, что она еще не нужна. В маточных трубах и матке, где обосновывается уже оплодотворенная яйцеклетка, чище, чем в самой стерильной лаборатории. В этой безмикробной среде мы развиваемся в первые дни. Это начало нашей, надеюсь, замечательной жизни.

### Во время беременности. Толерантность и защита

С точки зрения иммунной системы матери, такое начало выглядит совсем иначе. Иммунная система видит целое скопление незнакомых белков, один из которых цепляется к собственной (своей) клетке и объединяется с ней. Затем чужак в полости маточных труб увеличивается в размерах, начинает делиться, становится двухклеточным, четырехклеточным, восьмиклеточным и прочно обосновывается в слизистой матки. На помощь! Тем временем иммунная система еще ничего не подозревающей матери, которая ждет не дождется, когда забеременеет, с высокой скоростью готовит клетки иммунного ответа, чтобы как можно быстрее нейтрализовать явно чужеродный элемент. После оплодотворения слизистая матки кишит огромным количеством различных иммунных клеток. Это может стать концом беременности. Но только в том случае, если среди них не окажется представителей особой группы иммунных клеток, как лимфоциты Т-регуляторы. Эти клетки выполняют функцию третейского судьи, своевременно распознают волнения и тормозят противоборствующие стороны, пока те не поубивали друг друга. Кроме всего прочего, лимфоциты Т-регуляторы вырабатывают подавляющие борьбу факторы, такие как интерлейкин-10.

В присутствии лимфоцитов Т-регуляторов клеток другие иммунные клетки успокаиваются и смиряются с началом новой жизни. Happy end!

К сожалению, так происходит не всегда. Ученые предполагают, что большинство преждевременных родов и выкидышей имеет взаимосвязь с нарушениями иммунной системы, в частности с нарушением функции лимфоцитов Т-регуляторов. Тогда эмбрион распознается как чужеродный агент, и все силы иммунной системы направлены на его изгнание.

При благоприятном сценарии оплодотворенная яйцеклетка продолжает делиться. Изначально скопление эмбриональных клеток имеет очертание лягушки и только со временем начинает принимать человеческий облик. Еда, которая требуется эмбриону для роста и развития, уже в переваренном виде поступает с материнской кровью через плаценту вместе с кислородом. Продукты отходов жизнедеятельности, которые больше не требуются маленькому организму, выводятся обратно в кровоток матери через пуповину. Пуповина является единственным средством связи малыша с внешним миром. Через нее доставляются нужные питательные вещества, кислород, вода и некоторые витамины. На 8–12-й неделе беременности пуповина начинает осуществлять трансфер материнских антител – белковых молекул, способных распознавать возбудителей, с которыми однажды уже контактировала мать. Это своего рода передаваемая по наследству иммунная система, которая на данном этапе еще даже и не требуется нерожденному ребенку. Только после рождения она начнет работать на его благо. В течение первых месяцев жизни она будет защищать малыша от многих заболеваний, которые однажды перенесла мать или против которых была вакцинирована, например кори или краснухи. Против других заболеваний антитела тоже передаются в утробе матери, но их время жизни после рождения ребенка намного короче и к 2–3 месяцам их практически не остается. На первый план выходит вакцинация младенца от этих инфекций, что, по календарю прививок, начинается в 3 месяца.

Вернемся к матке. Теоретически вирусы, бактерии, грибы и паразиты могут через кровоток будущей матери проникать в пуповину, а затем и в организм плода. Но тоненькая мембрана, которая присутствует в плаценте, препятствует тому, чтобы кровь ребенка и матери смешивались между собой. Плацентарный барьер является дополнительной защитой, оберегающей ребенка от элементов материнской иммунной системы, которые идентифицируют ребенка не как ребенка, а как угрозу в виде чужеродного агента. Ведь клеточные мембраны плода на своей поверхности имеют огромное количество отцовских признаков, которые представлены чужеродными для организма матери белковыми молекулами.

**КЛЕТОЧНЫЕ МЕМБРАНЫ ПЛОДА НА СВОЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НЕСУТ ОГРОМНОЕ КОЛИЧЕСТВО ОТЦОВСКИХ ПРИЗНАКОВ, БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ, И ДЛЯ ОРГАНИЗМА МАТЕРИ ОНИ ЧУЖЕРОДНЫ. ПЛАЦЕНТАРНЫЙ БАРЬЕР РАЗДЕЛЯЕТ МЕЖДУ СОБОЙ ДВА ГЕНЕТИЧЕСКИ РАЗНЫХ ИНДИВИДУУМА.**

Плацентарный барьер разделяет между собой два генетически разных индивидуума: ребенка и мать. Но такой барьер не является абсолютно непроницаемым, и некоторые клетки ребенка через плаценту умудряются попасть в организм матери, при этом очень бодро себя чувствуют. Случается такое, что в крови женщины, которая однажды родила сына, еще многие годы спустя можно обнаружить мужские клетки. Как им удастся так долго оставаться в организме матери живыми, наука объяснить не может. Между тем эти эмбриональные клетки активно используют для проведения специальных тестов в рамках генетического обследования еще не рожденного ребенка.

Сама по себе плацента не абсолютно стерильна. В ней присутствует небольшое количество бактериальной флоры, отличной по видовому составу у каждой женщины. По составу она похожа на микрофлору ротовой полости, что было установлено американскими учеными некоторое время назад. Эти бактерии относительно безопасны, как считают ученые, и некоторые микроорганизмы, обитающие в плаценте, через пуповину проникают к ребенку. Предполагается, что уже тогда они вступают в контакт с первыми клетками эмбриональной иммунной системы и тем самым дают толчок к ее развитию.

Уже на 13-й неделе беременности сформированная таким образом защитная система работоспособна и оснащена необходимыми ресурсами для выполнения специальных заданий на период течения беременности, что установил иммунолог Florent Ginhoux из Университета Сингапура. В то время как в зрелой иммунной системе дендритные клетки координируют работу Т-лимфоцитов и осуществляют презентацию антигенов Т-лимфоцитам, тем самым тренируя их, в организме не рожденного ребенка они занимаются тем, что активируют лимфоциты Т-регуляторы, основной задачей которых является подавление иммунного ответа со стороны материнских клеток. Таким образом, чужеродное живое существо может спокойно жить и развиваться в утробе матери. О том, как осуществляется взаимная игра иммунных клеток, мы расскажем подробнее в следующей главе.

## **Хорошая экипировка для прыжка в жизнь**

На протяжении 9 месяцев беременности формируются не только органы, но и часть нашей так называемой врожденной иммунной системы, своего рода базовой комплектации всего иммунного комплекса, оружия на все случаи жизни. Развитие врожденного иммунитета по большей части заложено в нашей генетической программе. Некоторые его элементы развиваются и после появления человека на свет. С появлением на свет врожденный иммунитет способен выполнять возложенные на него задачи.

Чтобы познакомиться ближе с врожденной иммунной системой, совершим небольшой экскурс по нашему организму. Начнем снаружи, затем заглянем внутрь, в кровеносные сосуды,



органы и ткани. Некоторые элементы мы сможем распознать невооруженным глазом, другие можно увидеть только при помощи микроскопа или специальных тестов.

### **Надежная защита: кожа и волосы**

Прежде всего, врожденный иммунитет состоит из механических и физических барьеров, очень ненадежных защитных окопов. На передовой не принято долго расспрашивать и размышлять, кто и зачем пытается прорвать оборону. Здесь атакуют любого чужака.

Самым наружным защитным барьером является наша кожа. Если точнее, то ее самый верхний слой и слизистые оболочки. У новорожденных кожа и слизистые еще очень тонкие, но это никак не уменьшает их защитных свойств, они достаточно хорошо функционируют. К физическим и механическим компонентам врожденного иммунитета относится не только кожа.

Веки наших глаз, подобно автомобильным дворникам, принужденным движением смахивают возбудителей, оседающих на поверхности конъюнктивы<sup>8</sup>. В дыхательных путях расположены реснички – тонкие подвижные волосики, которые с помощью слизи захватывают возбудителя и, как по конвейеру, направляют вверх, в направлении гортани. В этом случае у нас появляется выбор: незаметно проглотить возбудителя и тем самым отправить его в желудок для нейтрализации соляной кислотой или оторвать и выплюнуть. К последнему методу рекомендуется прибегать только в среде и культуре, где плевательница является неотъемлемой частью интерьера, например в Китае.

### **Биохимические и биологические защитники**

Соляная кислота является компонентом химической защиты врожденного иммунитета. Она убивает болезнетворные микроорганизмы, которые мы можем занести в наш организм с пищей. Подобный механизм особенно удобен для всеядных, что подтверждают результаты исследования, проведенного учеными университетского колледжа Лондона. Ученые проводили исследования на более чем 560 000 пациентов. Целью эксперимента было понять, каким образом изменяется кишечная микрофлора на фоне приема блокаторов секреции соляной кислоты. Только на территории Германии в 2015 году 14 миллионам пациентов были прописаны препараты данной группы, всего по стране было принято 3,7 миллиарда суточных доз этих препаратов. Результат оказался удручающим: прием блокаторов секреции соляной кислоты в 4 раза увеличивает риск развития инфекционного заболевания, вызванного бактерией кампилобактер. Этот патогенный микроорганизм часто присутствует в мясе птицы. Также результаты исследования свидетельствуют о возросшем риске возникновения бактериальной диареи на фоне отсутствия защиты в виде соляной кислоты. Слизь наших дыхательных путей, а также кишечника, слезная жидкость и слюна являются биохимическим оружием. Последние содержат мельчайшие белковые молекулы, так называемый лизоцим, который убивает возбудителей, предотвращает или подавляет его распространение внутри организма.

**ПОЛЕЗНЫЕ БАКТЕРИИ ЗАНИМАЮТ КАЖДЫЙ СВОБОДНЫЙ  
УЧАСТОК НА ПОВЕРХНОСТИ КОЖИ И В КИШЕЧНИКЕ.  
БОЛЕЗНЕТВОРНЫМ МИКРООРГАНИЗМАМ ПРОСТО НЕ ОСТАЕТСЯ  
МЕСТА ДЛЯ ЖИЗНИ И РАЗМНОЖЕНИЯ.**

О других защитных белковых молекулах, способных отражать угрозы, уже говорилось ранее. Это дефензины, обитающие на поверхности кожи, слизистых и в кишечнике. Они обла-

---

<sup>8</sup> Тонкая прозрачная ткань, покрывающая глаз снаружи и заднюю поверхность век.

дают способностью подавлять рост или уничтожать опасные бактерии, вирусы и грибы тем, что разрушают их клеточные стенки. Они действуют как собственные антибиотики.

К биологическим защитникам относится и бактериальный ландшафт на поверхности кожи, в кишечнике, у девочек в области влагалища. Этот бактериальный ландшафт формируется уже в первые часы и дни после рождения. Полезные бактерии занимают каждый свободный участок, болезнетворным микроорганизмам просто не остается места для жизни и размножения. В главе 3 мы подробнее остановимся на этом вопросе.

## **Свежеиспеченные на клеточной фабрике. Как помогают наши клетки**

Костный мозг – это фабрика по производству клеток. Уже с первых дней жизни костный мозг производит огромное количество красных и белых кровяных телец и кровяных пластинок, которые циркулируют в кровотоке и лимфе – транспортной жидкости для иммунных клеток, питательных веществ и продуктов распада, которые образуются в межклеточных пространствах тканей нашего организма и органах. Несмотря на то что красные и белые кровяные клетки внешне отличаются друг от друга и в организме выполняют абсолютно разные задачи, между ними есть очень много родственного. И те и другие являются потомками всемогущей клетки-предшественника, так называемой гемопоэтической стволовой клетки.

Красные кровяные клетки представляют собой не что иное, как такси для перемещения молекул кислорода. Белые кровяные клетки – лейкоциты – являются частью иммунной системы, осуществляют большое количество операций иммунного ответа. Лейкоциты включают в себя множество подвидов. Среди них есть лимфоциты, объединяющие В- и Т-клетки, формирующие адаптивную иммунную систему, о которой подробнее мы поговорим чуть позже. Есть гранулоциты и моноциты, а также произошедшие от них макрофаги<sup>9</sup>, которые относятся к врожденной иммунной системе. Все три вида клеток являются клетками-пожирателями и вместе с тем выполняют сторожевые функции. Кроме всего прочего, имеются клетки – натуральные киллеры. Внешне они похожи на лимфоциты, но относятся к системе врожденного иммунитета.

Гранулоциты, макрофаги и натуральные киллеры не переставая курсируют по организму и следят за тем, чтобы везде был порядок. Если где-то обнаруживается очаг воспаления, например если мы порезали палец или разбили колено или где-то зародилась опухолевая клетка, они распознают угрозу и направляют сигнал внимательным сторожевым. Передавать информацию им помогают специализированные белковые структуры на поверхности их клеточной мембраны. У позвоночных животных они называются ГКГС (главный комплекс гистосовместимости; *англ.* МНС, major histocompatibility complex). У человека такая система носит название HLA (человеческие лейкоцитарные антигены, Human Leukocyte Antigens) и играет огромную роль в трансплантологии.

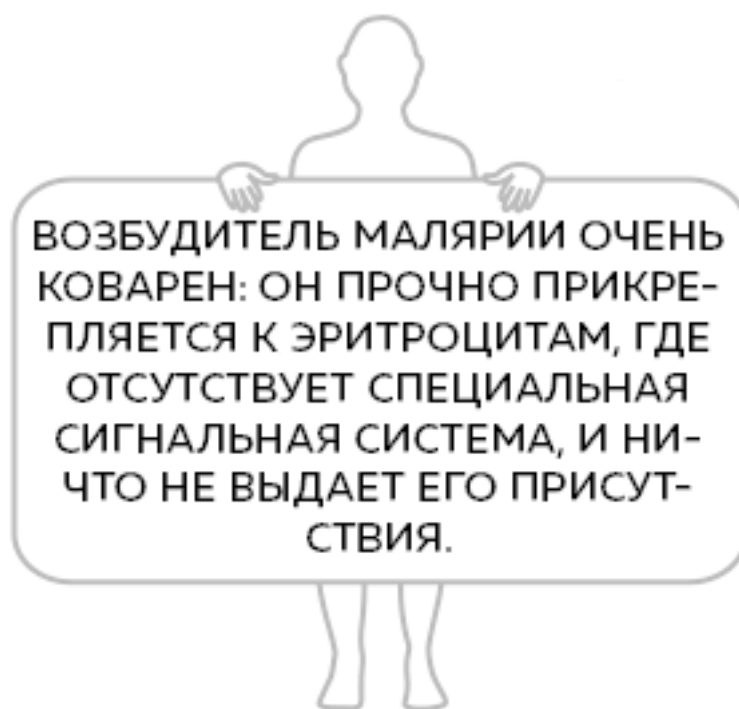
Структура этих белковых комплексов у каждого человека индивидуальна. Существует множество миллионов вариантов их конфигураций. МНС расположены не только на поверхности лейкоцитов, но и на других клетках нашего организма, имеющих ядро (= ядерных клетках). Красные кровяные клетки не имеют ядра, поэтому на их поверхности такие комплексы отсутствуют.

Возбудитель малярии научился использовать этот пробел в иммунной системе самым коварным образом. Он прочно прикрепляется к красным кровяным тельцам, где отсутствует МНС-система, и ничто не выдает их присутствия. Великолепное укрытие. К счастью, боль-

---

<sup>9</sup> Клетки в организме животных, и в т. ч. человека, способные к активному захвату и перевариванию бактерий, остатков погибших клеток и других чужеродных или токсичных для организма частиц.

большинство других возбудителей заболеваний не знакомы с таким фокусом. Они проникают в лейкоцит или другую ядерную клетку и там трагически погибают. Это происходит следующим образом. Например, вирус проникает в клетку или нормальная клетка организма перерождается в опухолевую, в результате чего изменяется структура МНС-комплекса на поверхности клеточной мембраны. МНС-комплекс функционирует по принципу маленького монитора. На этот монитор клетка передает все, что происходит внутри нее. Таким образом, она сигнализирует, что она нормальная клетка организма и выполняет возложенные на нее функции в штатном режиме. Она сообщает о том, что хорошо себя чувствует, что с ней все в порядке. Данный механизм позволяет сигнализировать и о катастрофе. «На помощь! – высвечивается тогда на мониторе, – по моей клеточной стенке только что проехали чем-то острым». Или: «Аккуратно, на меня напал вирус, сейчас я вынуждена заниматься построением его копий». Как только поступает такое сообщение, на помощь приходят белые кровяные клетки. У тех, кто оказались ближе всего к месту бедствия, имеются цитокины – сигнальные вещества, которые стимулируют кровоток и реакции иммунной системы. Суть этого заключается в том, чтобы как можно быстрее позвать на помощь другие иммунные клетки, которые перемещаются по кровеносному руслу. Данное явление мы можем наблюдать достаточно часто: на месте раны или там, где бактерия или вирус пытаются захватить командующие позиции, наблюдается покраснение тканей и местное повышение температуры, т. е. кожа там становится горячей на ощупь. Происходит это в результате того, что кровеносные сосуды расширяются и становятся более проницаемыми, чтобы как можно скорее доставить на место бедствия группу помощи. Также начинает вырабатываться защитная слизь, именно она виновата, что при простудных заболеваниях у нас заложен нос и мучает кашель с мокротой.



Существуют лейкоциты, способные обезвреживать чужеродные вещества, такие как белки или яды. Одна группа пожирает наших врагов – возбудителей заболеваний: вирусы, бактерии, грибки и паразитов. Другая тем временем транспортирует мертвые клетки и яды. А еще существуют специалисты, которые при ранении впрыскивают в кровь вещества, остано-

ливающие кровотечение и стимулирующие процесс восстановления кожного покрова на месте ранки.

## **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.