



Оглавление

Пролог	
Книга естественной истории	3

Введение	
Поиски иммунобиологических следов	7

ЧАСТЬ 1

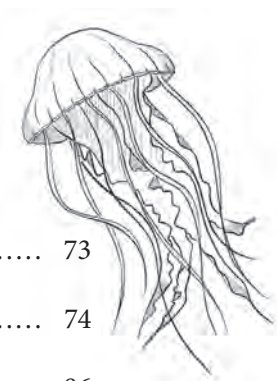
РОДОНАЧАЛЬНИКИ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ	17
---	----

Глава 1

Бактерии против вирусов:	
иммунная система микробов	19
Первобактерии, сине-зеленые бактерии	
и «современные» бактерии	20
Пожиратели бактерий	24
Как бактерии защищаются от вирусов	29
Иммунная система в движении	38

Глава 2

Иммунные функции растений:	
значение зеленых форм жизни для вирусологии	
и иммунологии	47
Водоросли: пионеры коммуницирующих	
иммунных систем	47
У истоков вирусологии стояли растения	55
Растения как мастера использования	
иммунопротеинов	62
Растительные вакцины	68



Глава 3

Этапы развития иммунной системы

животных — предшественницы

защитных механизмов человека 73

Как кишечнополостные «изобрели»

нашу иммунную систему 74

Как инфузория «придала дух»

иммунной системе 86

Оболочники — родоначальники

клеток-киллеров и макрофагов 94

ЧАСТЬ 2

ИММУНИТЕТ ЛЮДЕЙ И ДРУГИХ ПОЗВОНОЧНЫХ 99

Глава 4

Инновации позвоночных животных:

от иммунной клетки к антителам 101

«Большой взрыв» в иммунологии 101

Прогрессивные иммунные функции данио рерио 104

Глава 5

Иммунная система млекопитающих:

врожденный и приобретенный иммунитет 108

Наши иммунные органы: основа обороны 109

Толл-подобные рецепторы:

«глаза» иммунной клетки 113

Иммунная система как крепость:

дендритные клетки и макрофаги 117

Нейтрофилы и компания — еще одна

«скорая помощь» 119

Моноциты — мастера перевоплощений 122



Оглавление

Естественные киллеры и собственные патогенные клетки	122
Т- и В-клетки: переход к адаптивной иммунной системе	128
Антитела, нейтрализующие и усиливающие инфекцию	131
Перекрестный иммунитет	134

Глава 6

Принцип вакцинации — использование обучаемости иммунной системы	141
Пассивная иммунизация	142
Средства активной иммунизации	145
Проблемный случай: инфекции дыхательных путей	152

ЧАСТЬ 3

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИММУНОЛОГИЯ	165
--	-----

Глава 7

Иммунная система в дикой природе: учимся у птиц, амфибий и приматов	167
Учение о взаимосвязях окружающей среды и иммунной системы	168
Окружающая среда, социальная жизнь и иммунная система птиц	172
Иммунитет амфибий: животное как экосистема ...	180
Психика и иммунная система приматов	188
«Иммунная система» леса	198



Оглавление

Глава 8

Экосистема человека: каким образом воздействие окружающей среды может ослабить или укрепить нашу иммунную систему	203
У нас нет внешних границ	204
Больная планета — больные люди	207
Здоровая планета — здоровые люди	215
Лесной воздух и иммунная система	228

Глава 9

Питание, психика, иммунная система — внутренняя экоиммунология человека	235
Питание и иммунология	236
Связь кишечника и легких	242
Иммунные бустеры из почвы	243
Психика, кишечник, иммунная система	247

Заключительное слово

Медицина будущего	253
--------------------------------	-----

Слова благодарности	256
---------------------------	-----

Примечания	258
------------------	-----

Указатель	274
-----------------	-----



ПРОЛОГ

Книга естественной истории

Величайшие памятники литературы человечества — Библия, Коран или полное собрание трудов Чарльза Дарвина о возникновении видов и происхождении человека — насчитывают примерно по тысяче страниц.

Представим себе, что перед нами лежит книга такого же объема, охватывающая все 4,6 миллиарда лет естественной истории Земли. Первые 240 страниц в ней занимает описание безжизненной планеты, где на протяжении огромного промежутка времени появляются океаны, горы и в конце концов формируется стабильный климат из атмосферного хаоса.

Перевернув очередную страницу, мы обнаруживаем в нашем тысячестраничном повествовании на странице 241 первых живых действующих лиц. Это самые ранние бактерии, или археобактерии. В современной биологии их называют *археями*. С них 3,5 миллиарда лет назад началась естественная история иммунной системы, так как они должны были научиться противостоять вредным воздействиям окружающей среды и развивать в себе необходимые защитные механизмы.

Первые наземные растения, представленные мхами, появляются в нашей истории на странице 890. Вскоре после этого первая рыба, жившая в глубинах морей,

открывает на странице 900 главу антител и, будучи родоначальником адаптивной иммунной системы, становится эпохальным героем нашего естественно-исторического повествования.

На странице 950 распускается первое цветковое растение, появившееся примерно 200 миллионов лет назад. Здесь же начинается рассказ о приключениях динозавров, который внезапно обрывается на странице 985 под грохот извергающихся вулканов и падающих метеоритов.

Но перед этим на странице 967 расправляет свои крылья первоптица, которая поднялась в воздух, сумела избежать катастрофы и открыла будущее для своей многочисленной пернатой родни. Если бы она не родилась из праха динозавров, то сегодня мы бы не видели в небе птиц, а В-клетки иммунной системы назывались бы по-другому. Ведь они были впервые обнаружены именно в организме птиц — в органе, который называется на латыни *bursa Fabricii* (Фабрициева сумка).

На странице 934 мы встречаемся с существами, которые очень похожи на млекопитающих. Уже в скором времени им предстоит жить вместе с динозаврами. Через двадцать страниц на сцену выходят первые настоящие млекопитающие, появившиеся на Земле примерно 200 миллионов лет назад. Самый древний представитель этого класса, известный нам по ископаемым останкам, походил на сегодняшних сумчатых животных. Он появляется на странице 967 нашей тысячестраничной книги, где описывается также полет первой птицы.

ВВЕДЕНИЕ

Поиски иммунобиологических следов

Об иммунной системе написано уже множество книг. В большинстве из них даются ответы на вопрос «как?», например: как образуются антитела против вирусов, бактерий и других патогенов; как наши защитные механизмы обнаруживают возбудителей болезней или потенциальные раковые клетки и удаляют их из тела; как взаимодействуют иммунная и нервная системы; как психика влияет на иммунные функции и наоборот; как микробиом (микрофлора) кишечника воздействует на наше здоровье?

Эти понятия знакомы многим. Я не собираюсь утверждать, что речь идет о каких-то банальных вещах, с которыми без труда можно разобраться. Подобные классические вопросы, а также ответы на них жизненно необходимы для изучения болезней и состояния организма и требуют глубоких знаний, а также специальных научных методов исследования и экспериментов.

Вопросы, начинающиеся с «как», я считаю простыми лишь в сравнении с теми, в которых есть слово «почему», ибо последние затрагивают самые сложные проблемы иммунологии. Они подводят нас к всеобъемлющему и глубокому пониманию иммунного комплекса. Вот вам на пробу несколько примеров таких вопросов.

Почему у нас развилась способность вырабатывать антитела против вирусов или бактерий? Почему наша иммунная система в состоянии выявлять и уничтожать возбудителей болезней? Почему необходимо взаимодействие иммунной и нервной систем? Почему психические процессы влияют на иммунные функции и наоборот? Почему микробиом кишечника играет такую важную роль в защите от инфекционных заболеваний и сохранении здоровья всего организма?

Задавая вопрос, который начинается со слова «почему», мы хотим докопаться до сути. В биологии это означает, что придется обратиться к эволюции. Ни на один вопрос «почему?», касающийся иммунологии, невозможно ответить, не поняв, из-за чего в течение всей естественной истории жизни возникала необходимость в развитии и приспособлении и как на этой основе появлялись эволюционные новшества, которые сохраняются поныне и обнаруживаются в самых различных классах, семействах и видах живых существ. Чтобы прояснить многочисленные «почему» в области иммунологии, нам придется вернуться в давно прошедшие эпохи.

В каждом таком вопросе скрывается ряд дополнительных вопросов. За счет чего на протяжении естественной истории происходили процессы адаптации и совершались эволюционные «открытия», ставшие вехами и прорывами на пути развития иммунных систем различных форм жизни? Как впервые в истории жизни появились антитела? Какие формы жизни стали первопроходцами всех аспектов, из которых се-

ГЛАВА 1

Бактерии против вирусов: иммунная система микробов

Говоря об иммунной системе, мы обычно представляем себе защитный механизм, работающий против возбудителей болезней, таких как бактерии, вирусы или грибки. Но эти микробы тоже обладают собственными иммунными функциями, так как сами могут стать жертвами болезнетворных микроорганизмов или паразитов. Давайте отправимся в путешествие по микрокосму, в котором бактерии охотятся друг на друга и всеми силами защищаются от атак. Полем этих ожесточенных сражений микробов являются водоемы, почва, растения, организм животных и даже наш собственный кишечник. Обратим свой взгляд также на целый мир существ, передвигающихся по поверхности лесной подстилки, полустгнившим стволам деревьев и в воде. Эта глава рассказывает о самых архаичных формах иммунитета, без которых не было бы ни нас самих, ни нашей иммунной системы. Многие древние с эволюционной точки зрения организмы, с которыми мы встретимся на следующих страницах, будут играть важную роль и в ходе последующего изучения человеческой иммунной системы. Ведь бактерии не только вызывают заболевания, но и предотвращают

их развитие. Иммунные клетки кишечника защищают организм от патогенных бактерий и вирусов при содействии микрофлоры. Микробиота кишечника играет важную роль в поддержании иммунитета.

Первобактерии, сине-зеленые бактерии и «современные» бактерии

Цианобактерии, древнейшие живые организмы, скорее всего, обладали простейшими оборонительными стратегиями против вредных воздействий извне. Их самые ранние формы, обнаруженные в ископаемых образцах, появились примерно 3,5 миллиарда лет назад, в палеоархейскую эру. Эти сине-зеленые бактерии, которые раньше называли также сине-зелеными водорослями, до сих пор населяют воды и почву нашей планеты. На протяжении огромного периода времени — от 2,2 до 2,7 миллиарда лет — цианобактерии играли существенную роль в формировании стабильной и пригодной для жизни атмосферы, вырабатывая кислород. Эти одноклеточные создания овладели одной из форм фотосинтеза, в ходе которого им удавалось использовать для выработки кислорода более широкий спектр солнечного света, чем большинству других зеленых растений. Цианобактерии дали начало более поздним видам бактерий, большинство из которых уже не осуществляют фотосинтез.

Сами по себе цианобактерии никогда не были возбудителями инфекционных болезней, хотя они и производят токсины, способные причинить вред человеку