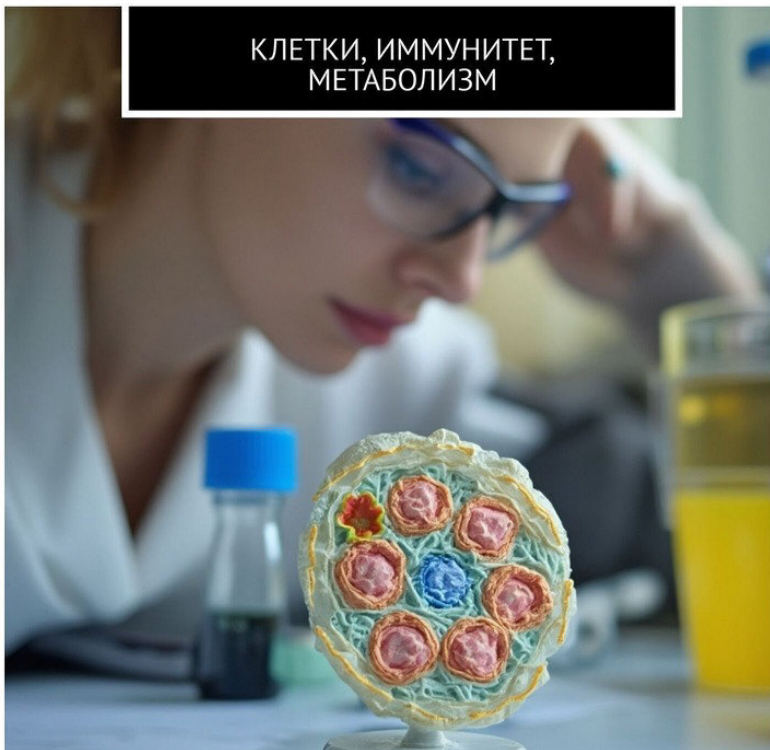


18+

ЭЛИНА КИНГ

МИР ВНУТРИ НАС

КЛЕТКИ, ИММУНИТЕТ,
МЕТАБОЛИЗМ



Элина Кинг

**Мир внутри нас. Клетки,
иммунитет, метаболизм**

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=73386353

ISBN 9785006929760

Аннотация

Книга «Мир внутри нас» – это научно-популярное путешествие в основу человеческой жизни. В десяти главах доступно и системно раскрываются три ключевые темы: устройство и функции клеток, принципы работы клеточного иммунитета и роль метаболизма как источника энергии для всех процессов. Читатель узнает, как связаны обмен веществ и иммунная защита, и почему здоровье организма начинается со здоровья каждой клетки. Изложение основано на современных научных данных и предназначено для широкой аудитории.

Содержание

От Автора	5
Основы жизни – клетка	7
Строение человеческой клетки	15
Функции клеток в организме	25
Конец ознакомительного фрагмента.	30

Мир внутри нас Клетки, иммунитет, метаболизм

Элина Кинг

© Элина Кинг, 2026

ISBN 978-5-0069-2976-0

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

От Автора

Книга «Мир внутри нас: клетки, иммунитет и метаболизм» представляет собой фундаментальное, но доступное для широкого круга читателей исследование микроскопической основы человеческой жизни.

В десяти подробных главах последовательно раскрывается удивительный мир клеток – элементарных единиц, из которых построен наш организм. Читатель познакомится со сложнейшим внутренним устройством клетки, функциями её органелл и принципами, по которым триллионы этих единиц объединяются в ткани, органы и системы.

Особое внимание уделяется работе иммунной системы – нашей внутренней армии защиты. Подробно разбираются механизмы как врождённого, так и приобретённого иммунитета, с акцентом на клеточный иммунитет и роль Т-лимфоцитов в распознавании и уничтожении угроз.

Отдельный блок книги посвящён клеточному метаболизму – совокупности химических реакций, которые обеспечивают клетку энергией и строительными материалами. Автор убедительно демонстрирует глубокую взаимосвязь между обменом веществ и всеми функциями клетки, включая иммунный ответ, показывая, как метаболические пути определяют активность защитных систем организма.

Книга основана на общепризнанных научных данных

и написана в строго нейтральном, научно-популярном ключе. Она избегает политических, религиозных и идеологических тем, фокусируясь исключительно на биологических и медицинских аспектах. Материал изложен системно и понятно, без излишней упрощённости, что делает его ценным как для интересующихся биологией и медициной, так и для любого вдумчивого читателя, желающего понять, как устроено и работает его собственное тело на самом глубинном уровне.

Основной вывод книги: здоровье целого организма неразрывно связано со здоровьем и слаженной работой каждой его клетки, а понимание этих процессов – ключ к осознанной заботе о себе.

Основы жизни – клетка

Введение в микрокосм

Представьте себе самый сложный механизм, состоящий из десятков триллионов взаимосвязанных микроскопических единиц. Каждая из них – это целый мир, наполненный движением, химическими реакциями, передачей информации и целенаправленной деятельностью. Этот механизм – человеческое тело, а его фундаментальная основа – клетка.

Клетка является элементарной, структурной и функциональной единицей всего живого. Это аксиома современной биологии, но путь к её осознанию был долгим. Всё многообразие жизни на нашей планете, от одноклеточной амёбы до гигантского синего кита, от простейшей водоросли до векового дуба, подчиняется одному правилу: жизнь существует в форме клеток. Человек, как биологический вид, не является исключением. Наше здоровье, мысли, движения, сама возможность существования – всё это рождается и поддерживается в невидимом невооружённому глазу мире клеток.

Исторический экскурс: открытие невидимого мира

Открытие клетки стало возможно благодаря изобретению микроскопа. В 1665 году английский учёный Роберт Гук, рассматривая тонкий срез пробки, обнаружил множество мелких ячеек, напоминавших ему монашеские кельи (от латинского *cellula* – «комната, клетушка»). Он описал их в сво-

ём труде «Микрография». Гук увидел лишь мёртвые клеточные стенки растительной ткани, но его наблюдение положило начало изучению клеточного строения организмов.

В последующие десятилетия микроскопы совершенствовались. Антони ван Левенгук, голландский натуралист, впервые увидел и описал живые одноклеточные организмы – «анималькули» (инфузории, бактерии), а также эритроциты крови и сперматозоиды. Его наблюдения открыли глаза учёным на невероятное разнообразие микроскопической жизни.

Однако до формулировки целостной теории было ещё далеко. Прорыв произошёл в XIX веке. Ботаник Маттиас Шлейден (1838) и зоолог Теодор Шванн (1839), обобщив накопленные данные, сформулировали основное положение клеточной теории: все растительные и животные организмы состоят из клеток. Позднее, в 1855 году, врач Рудольф Вирхов дополнил её важнейшим тезисом: «всякая клетка происходит из клетки» (лат. *omnis cellula e cellula*), опровергнув теорию самозарождения.

Современная клеточная теория включает следующие положения:

1. Всякое живое существо, от бактерии до человека, состоит из клеток и продуктов их жизнедеятельности.
2. Клетка – основная единица строения, функционирования и развития всех живых организмов.
3. Все клетки образуются путём деления предшествующих.

щих клеток.

4. Клетки содержат наследственную информацию (ДНК), которая передаётся от клетки к клетке в процессе деления.

5. Клетки всех организмов сходны по химическому составу, строению и основным процессам жизнедеятельности.

Общий план строения клетки: миниатюрный биохимический завод

Несмотря на колоссальное разнообразие форм и функций, клетки человека и других животных обладают общим структурным планом. Они являются эукариотическими (имеющими ядро), в отличие от более простых прокариотических клеток бактерий, у которых ядро отсутствует.

Представьте себе высокотехнологичный, частично автоматизированный завод, окружённый защитной оградой. Внутри находятся цеха, линии связи, энергогенераторы, склады сырья и готовой продукции, а также центральный управляющий офис со всей проектной документацией. Такова и клетка.

1. Клеточная мембрана (плазматическая мембрана). Это «оградка» и главный контрольно-пропускной пункт завода. Она не просто пассивная оболочка, а динамичная, сложно организованная структура. Мембрана состоит из двойного слоя липидов (жиров), в который встроены разнообразные белки. Она выполняет ключевые функции:

- Барьерная: Отделяет внутреннее содержимое клетки (цитоплазму) от внешней среды.

- Транспортная: Обеспечивает избирательный перенос веществ внутрь и наружу. Одни молекулы проходят через специальные каналы, другие переносятся белками-переносчиками, крупные частицы «заглатываются» или «выбрасываются» самой мембраной (процессы эндо- и экзоцитоза).

- Рецепторная: Белки-рецепторы на поверхности мембраны улавливают химические сигналы (например, гормоны) из внешней среды и передают информацию внутрь клетки. Это «антенны» для связи с внешним миром.

- Соединительная: Специальные структуры обеспечивают контакт и взаимодействие с соседними клетками, что особенно важно в тканях.

2. Цитоплазма. Это внутренняя полужидкая среда завода, где расположены все «цеха» и происходят основные биохимические реакции. Цитоплазма – это не просто вода, а гелеобразный матрикс (цитозоль), насыщенный ферментами, ионами, питательными веществами и структурными элементами. В ней находятся органеллы – постоянные специализированные структуры, каждая из которых выполняет свою уникальную функцию.

3. Ядро – центральный офис управления. Это самая крупная органелла, хранилище наследственной информации. Ядро окружено двойной ядерной мембраной с порами для обмена веществами с цитоплазмой. Внутри находится:

- Хроматин: комплекс ДНК и белков. ДНК – это молекула дезоксирибонуклеиновой кислоты, длинная, закрученная

в спираль нить, на которой, как на коде, записаны «проекты» всех белков организма. Перед делением клетки хроматин уплотняется и становится видимым в виде хромосом.

- Ядрышко: плотное тельце внутри ядра, место синтеза рибосомальных РНК и сборки рибосом.

Базовый набор органелл: цеха и службы клетки

Продолжая аналогию с заводом, рассмотрим основные «цеха» клетки:

- Митохондрии – энергетические станции. Это округлые или вытянутые органеллы с двойной мембраной. Внутренняя мембрана образует складки – кристы, увеличивающие площадь для химических реакций. Здесь происходит кислородное дыхание – сложный процесс, в ходе которого энергия, запасённая в питательных веществах (глюкозе), преобразуется в универсальную энергетическую «валюту» клетки – молекулы АТФ (аденозинтрифосфата). Недаром митохондрии называют «силовыми станциями» клетки.

- Эндоплазматический ретикулум (ЭПР) – транспортная сеть и цех первичного синтеза. Это система мембранных канальцев, цистерн и полостей, пронизывающих цитоплазму. Различают две разновидности:

- Гранулярный (шероховатый) ЭПР: его мембраны усыпаны рибосомами, что придаёт им зернистый вид. Это главная «фабрика по производству белков», предназначенных для экспорта из клетки или для встраивания в мембраны.

- Агранулярный (гладкий) ЭПР: не имеет рибосом. Участ-

вует в синтезе липидов и углеводов, обезвреживании токсичных веществ, накоплении ионов кальция.

· Рибосомы – сборочные конвейеры белков. Это мельчайшие немембранные структуры, состоящие из двух субъединиц (белков и рибонуклеиновой кислоты – РНК). Их функция – биосинтез белка. Рибосомы могут быть прикреплены к мембранам ЭПР или свободно плавать в цитоплазме, синтезируя белки для внутренних нужд клетки.

· Аппарат (комплекс) Гольджи – цех сортировки, упаковки и модификации. Эта органелла выглядит как стопка уплощённых мембранных мешочков (цистерн). Сюда поступают белки, синтезированные на гранулярном ЭПР. В аппарате Гольджи белки «дозревают» (к ним присоединяются углеводные остатки, формируется их окончательная структура), сортируются по назначению, упаковываются в мембранные пузырьки и отправляются к месту своей работы: к мембране, в лизосомы или за пределы клетки.

· Лизосомы – пищеварительные и утилизационные отсеки. Это мембранные пузырьки, заполненные мощными пищеварительными (гидролитическими) ферментами. Лизосомы переваривают захваченные клеткой питательные частицы, уничтожают отслужившие свой срок органеллы (процесс аутофагии), а также расщепляют целые клетки в процессе запрограммированной гибели. Это «система рециклинга» и очистки клетки.

· Цитоскелет – опорно-двигательный аппарат. Вся цито-

плазма пронизана сетью белковых нитей и трубочек: микрофиламентов (тонкие нити актина), промежуточных филаментов и микротрубочек. Цитоскелет выполняет функции:

- Каркаса, придающего клетке форму.
- «Рельсов» для транспорта органелл и пузырьков внутри клетки.

- Двигательного аппарата (обеспечивает движение клетки, изменение её формы, биение ресничек).

- «Лесов» при делении клетки, формируя веретено деления.

- Клеточный центр (центросома). Участвует в организации цитоскелета и формировании веретена деления при митозе. Состоит из двух центриолей.

Разнообразие клеток человека: специализация ради общего дела

Если базовый план строения общий, то почему клетки так непохожи друг на друга? Ответ – дифференцировка. Клетки многоклеточного организма, имея один и тот же набор генов, «включают» и «выключают» разные их части, становясь специалистами узкого профиля. Это можно сравнить с тем, как на одном заводском комплексе разные цеха, используя общие чертежи (ДНК), производят разные детали (белки) для конечного сложного продукта (организма).

- Нейроны (нервные клетки) имеют длинные отростки (аксоны и дендриты) для передачи электрических импульсов на огромные расстояния.

- Кардиомиоциты (клетки сердечной мышцы) богаты митохондриями для выработки энергии и обладают способностью к ритмичным сокращениям.
- Эритроциты (красные кровяные тельца) утратили ядро в процессе созревания, чтобы максимально заполниться гемоглобином – белком, переносящим кислород.
- Фибробласты вырабатывают белки межклеточного вещества (коллаген, эластин), формируя каркас соединительной ткани.
- Эпителиоциты (клетки эпителия) плотно соединяются друг с другом, образуя барьерные покровы кожи и выстилку внутренних органов.

Заключение главы

Таким образом, клетка – это не просто «кирпичик» в стене организма. Это минимальная самовоспроизводящаяся, саморегулирующаяся, открытая система, способная к обмену веществ и энергии, росту, развитию, реакции на раздражители. Понимание её устройства – ключ к пониманию жизни как таковой. Вся последующая сложность нашего тела: ткани, органы, системы – есть производное от согласованной работы этих триллионов микроскопических миров. Осознав этот фундаментальный уровень организации жизни, мы готовы перейти к изучению того, как клетки объединяются в ткани и как функционирует одна из самых удивительных систем – иммунная, стоящая на страже этого хрупкого внутреннего космоса.

Строение человеческой клетки

От общего плана к деталям: архитектура микроскопической вселенной

Если в первой главе мы рассмотрели клетку как целостный организм, определили её фундаментальную роль и наметили общий план строения, то теперь настало время для детального путешествия. Мы войдем внутрь этой удивительной структуры, чтобы изучить каждую из её специализированных частей – органелл. Их слаженная работа превращает клетку из простого «кирпичика» в высокотехнологичный, самоподдерживающийся и саморегулируемый центр жизни. Понимание этого внутреннего устройства – ключ к осознанию того, как функционирует наше тело на самом базовом уровне.

Ядро: Центр управления и хранилище кода жизни

Ядро справедливо называют главным штабом клетки. Это крупнейшая органелла, обычно сферической или овальной формы, чётко обособленная от цитоплазмы двойной ядерной мембраной (кариолеммой). Эта мембрана пронизана сложными структурами – ядерными порами, которые функционируют как интеллектуальные шлюзы. Они не просто отверстия; это белковые комплексы, которые избирательно пропускают молекулы: из ядра выходят матричные РНК (копии генетических инструкций), а внутрь поступают белки,

необходимые для работы ДНК (ферменты, гистоны).

Внутри ядра находится главное сокровище – хроматин. Это комплекс дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) и специальных белков-гистонов, напоминающий нити, намотанные на катушки. ДНК – это длинная, закрученная в двойную спираль молекула, которая содержит в своей последовательности мономеров (нуклеотидов) всю генетическую информацию организма. Ген – это участок ДНК, несущий инструкцию по сборке одного конкретного белка. В неактивном состоянии хроматин выглядит рыхло и равномерно заполняет ядро. Когда клетка готовится к делению, хроматин конденсируется, упаковывается в максимально плотные структуры – хромосомы. Человеческая клетка (кроме половых) содержит 46 хромосом – 23 пары, полученные от каждого из родителей.

Ещё один важный объект внутри ядра – ядрышко. Это плотное тельце, не имеющее собственной мембраны. Ядрышко – это «фабрика по производству рибосом». Здесь происходит синтез рибосомальной РНК (рРНК) и её сборка с белками в малые и большие субъединицы будущих рибосом. Готовые субъединицы через ядерные поры экспортируются в цитоплазму, где они объединяются в функциональные рибосомы.

Таким образом, функции ядра всеобъемлющи:

1. Хранение наследственной информации в виде молекул ДНК.

2. Реализация этой информации: в ядре происходит считывание (транскрипция) генов с ДНК на молекулы матричной РНК (мРНК).

3. Регуляция всех жизненных процессов клетки путём управления синтезом белков.

4. Воспроизводство и передача генетического материала в процессе деления клетки.

Цитоплазма и цитоскелет: динамичная среда и клеточный скелет

Пространство между ядерной мембраной и плазматической мембраной занято цитоплазмой. Это не просто инертный раствор. Цитоплазма состоит из цитозоля – вязкого гелеобразного матрикса, на 80% состоящего из воды, но насыщенного ионами (кальция, калия, натрия), растворимыми белками (в том числе тысячами ферментов), молекулами АТФ, аминокислотами и другими метаболитами. Именно в цитозоле протекают ключевые метаболические пути, например, гликолиз – первый этап расщепления глюкозы.

Внутри цитозоля погружена трёхмерная сеть белковых волокон – цитоскелет. Это динамичный, постоянно перестраивающийся клеточный каркас, выполняющий множество функций:

- Опорная и формообразующая: Цитоскелет придаёт клетке стабильную форму, сопротивляется деформации.
- Транспортная: Он служит «рельсами» для направленного перемещения органелл, везикул и крупных молекул. Спе-

циальные моторные белки (кинезины и динеины) словно шагают по микротрубочкам, перенося грузы.

- Двигательная: Цитоскелет обеспечивает подвижность клетки (например, движение лейкоцитов) и движение её частей (биение ресничек и жгутиков, построенных на основе микротрубочек).

- Участие в делении клетки: Во время митоза из микротрубочек формируется веретено деления, которое растаскивает хромосомы к полюсам клетки.

Цитоскелет представлен тремя типами структур, различающихся по диаметру и функциям:

1. Микротрубочки (диаметр ~ 25 нм) – полые цилиндры из белка тубулина. Самые толстые нити. Выполняют роль «магистралей» для транспорта, формируют центриоли, веретено деления, основу ресничек и жгутиков.

2. Микрофиламенты (диаметр ~ 7 нм) – нити из белка актина. Образуют плотную сеть под плазматической мембраной (кортикальный слой), участвуют в изменении формы клетки, образовании выпячиваний (псевдоподий), в мышечном сокращении (вместе с миозином).

3. Промежуточные филаменты (диаметр ~ 10 нм) – наиболее прочные и стабильные волокна из различных белков (кератины, виментин, ламины). Выполняют роль прочного механического каркаса, особенно в клетках, подверженных нагрузке (эпителий, нейроны).

Энергетический блок: митохондрии

Для выполнения любой работы нужна энергия. Клеточной энергетической «валютой» является молекула аденозинтрифосфата (АТФ). Главным производителем АТФ в животной клетке являются митохондрии – органеллы, часто называемые «силовыми станциями».

Митохондрия имеет уникальное строение с двумя мембранами. Наружная мембрана гладкая, а внутренняя образует многочисленные складки – кристы, которые значительно увеличивают её рабочую поверхность. Пространство внутри митохондрии заполнено матриксом – веществом, содержащим собственную кольцевую ДНК, рибосомы, ферменты и гранулы.

Ключевой процесс, происходящий в митохондриях, – клеточное (аэробное) дыхание. Это многостадийный биохимический конвейер, в ходе которого энергия, запасённая в химических связях питательных веществ (в основном, глюкозы и жирных кислот), преобразуется в энергию АТФ с участием кислорода. Упрощённо процесс можно представить так: в матриксе происходит цикл Кребса, в ходе которого органические вещества окисляются до углекислого газа, а выделяемые при этом электроны передаются на внутреннюю мембрану. Здесь, в ходе окислительного фосфорилирования, энергия движения электронов по дыхательной цепи используется для накачивания протонов в межмембранное пространство. Возвращаясь обратно в матрикс через специальный ферментный комплекс (АТФ-синтазу), протоны при-

водят его в действие, подобно водяному колесу, и этот комплекс синтезирует АТФ из АДФ и фосфата.

Интересно, что митохондрии имеют собственный генетический аппарат и способны к самостоятельному делению. Эта особенность породила симбиотическую теорию их происхождения, согласно которой митохондрии являются потомками древних бактерий, поглощённых предковой эукариотической клеткой и вступивших с ней в взаимовыгодный симбиоз.

Синтетический и транспортный аппарат: эндоплазматический ретикулум и комплекс Гольджи

Производство и распределение молекул в клетке требует сложной логистики. Эту роль выполняют две взаимосвязанные мембранные системы.

Эндоплазматический ретикулум (ЭПР) – это разветвлённая сеть мембранных канальцев, цистерн и трубочек, занимающая значительную часть цитоплазмы. Различают два типа ЭПР:

1. Гранулярный (шероховатый) ЭПР. Его мембраны усеяны рибосомами, что придаёт им зернистый вид под микроскопом. Это главная фабрика по производству белков, предназначенных для экспорта из клетки (секреторные белки, например, гормоны или пищеварительные ферменты), для встраивания в клеточные мембраны или для отправки в лизосомы. Синтезированная рибосомой полипептидная цепь проталкивается прямо в полость ЭПР, где белок приобрета-

ет правильную пространственную структуру (проходит фолдинг).

2. Агранулярный (гладкий) ЭПР. Не имеет рибосом. Он выполняет иные, но не менее важные функции:

- Синтез липидов (в том числе фосфолипидов для мембран) и стероидов (например, некоторых гормонов).
- Детоксикация – обезвреживание ядовитых веществ (особенно развит в клетках печени).
- Депонирование ионов кальция (Ca^{2+}), которые играют ключевую роль в сигнальных процессах и мышечном сокращении.

Синтезированные на гранулярном ЭПР белки упаковываются в транспортные пузырьки и направляются к следующей станции – комплексу Гольджи (аппарату Гольджи).

Комплекс Гольджи – это стопка уплощённых мембранных цистерн (диктиосом), напоминающая стопку блинов. Этот органоид имеет чёткую полярность: цис-сторона (обращённая к ЭПР) принимает транспортные пузырьки, а транс-сторона выпускает их дальше. В цистернах Гольджи происходит окончательная посттрансляционная модификация белков:

- Сортировка: Белки маркируются химическими метками, определяющими их дальнейший адрес.
- Модификация: К белкам могут присоединяться углеводные остатки (образуются гликопротеины), фосфатные группы, происходит окончательное сворачивание и активация.
- Упаковка и отправка: Готовые продукты упаковываются

в новые везикулы, которые отшнуровываются от транс-стороны. Одни везикулы направляются к плазматической мембране для экзоцитоза (выведения), другие становятся лизосомами, третьи доставляют белки к другим органеллам или в мембрану.

Таким образом, ЭПР и комплекс Гольджи работают как сборочный конвейер и логистический центр, обеспечивая клетку необходимыми молекулами и распределяя их с высочайшей точностью.

Система утилизации: лизосомы и пероксисомы

Любая сложная система нуждается в обслуживании и утилизации отходов. В клетке эту роль выполняют специализированные органеллы.

Лизосомы – это небольшие мембранные пузырьки, содержащие около 50 различных видов гидролитических ферментов, способных расщеплять белки, липиды, углеводы и нуклеиновые кислоты. Эти ферменты активны только в кислой среде ($\text{pH} \sim 4.5\text{—}5.0$), которую поддерживает сама лизосома, закачивая внутрь протоны. Это важная мера безопасности: если ферменты случайно выйдут в цитоплазму (где pH нейтральный), их активность резко снизится, что предотвратит самопереваривание клетки.

Функции лизосом разнообразны:

1. Гетерофагия: Переваривание веществ, захваченных клеткой извне (бактерий, питательных частиц). Клетка окружает объект мембраной, образуя фагосому, которая затем

сливается с лизосомой.

2. Аутофагия: Уничтожение отслуживших своё, повреждённых или избыточных собственных органелл. Это процесс клеточного «самоочищения» и рециклинга, крайне важный для обновления и выживания клетки.

3. Автолиз: Запрограммированное разрушение всей клетки (например, при исчезновении хвоста у головастика или удалении лишних клеток в процессе развития).

Пероксисомы – это мелкие мембранные пузырьки, содержащие окислительные ферменты, в частности, каталазу. Их главная функция – окисление и обезвреживание различных токсичных веществ (например, этанола в клетках печени) с образованием пероксида водорода (H_2O_2), который затем немедленно расщепляется каталазой на воду и кислород. Также пероксисомы участвуют в расщеплении жирных кислот.

Клеточная мембрана: не просто оболочка

Хотя мы затрагивали плазматическую мембрану в общем плане, важно подчеркнуть её структурную сложность. Это не статичный мешок, а жидкая мозаичная модель. Основу составляет двойной слой (бислой) фосфолипидов, чьи гидрофильные «головки» обращены к воде (наружу и внутрь клетки), а гидрофобные «хвосты» спрятаны внутрь. В этот бислой, словно айсберги в море, встроены разнообразные белки: интегральные (пронизывающие мембрану насквозь) и периферические (расположенные на поверхности). Неко-

торые белки формируют каналы и насосы для транспорта, другие служат рецепторами, третьи – ферментами или обеспечивают механическое соединение с другими клетками. Также к мембране снаружи прикреплён гликокаликс – «пушистый» слой углеводных цепей, важный для распознавания клеток и защиты.

Заключение главы

Каждая органелла, описанная выше, является жизненно необходимой частью целого. Их функции тесно переплетены: ядро даёт команды, ЭПР и рибосомы выполняют их, создавая белки, комплекс Гольджи их обрабатывает и распределяет, митохондрии снабжают процесс энергией, а лизосомы утилизируют отходы. Цитоскелет обеспечивает структуру и транспорт, а мембрана контролирует обмен с внешним миром. Эта невероятная внутренняя организация, результат миллиардов лет эволюции, и есть основа жизни на клеточном уровне. Понимая её, мы готовы перейти к следующему уровню сложности: как эти высокоспециализированные единицы объединяются в ткани и согласованно работают на благо всего организма.

Функции клеток в организме

От единицы к ансамблю: принцип специализации и кооперации

Изучив сложнейшее внутреннее устройство отдельной клетки, закономерно возникает вопрос: как эти триллионы самостоятельных микроскопических единиц создают целостный, функционирующий организм, способный двигаться, мыслить, расти и реагировать на окружающий мир? Ответ кроется в двух фундаментальных биологических принципах: дифференцировке (специализации) и кооперации.

Клетка в многоклеточном организме подобна жителю огромного и сложно устроенного мегаполиса. В городе есть строители, врачи, энергетики, связисты, логисты, уборщики. Каждая профессия требует специфических навыков и инструментов. Так и в организме: хотя все клетки несут один и тот же генетический код, они используют разные его части. В процессе развития каждая клетка-потомок выбирает свой путь, «включая» гены, необходимые для конкретной работы, и «выключая» остальные. Эта инактивация необратима в соматических клетках. Так из генетически идентичных клеток-предшественников возникают нейроны, мышечные волокна, клетки печени и кожи.

Но специализация была бы бесполезна без слаженного взаимодействия. Клетки объединяются в ткани – историче-

ски сложившиеся системы клеток и их производных, сходных по строению, происхождению и выполняемым функциям. Ткани формируют органы (сердце, печень, мозг) – анатомически обособленные структуры с уникальной формой и специфической ролью. Органы, выполняющие общую задачу, объединяются в системы (пищеварительная, нервная, иммунная). Всё это – иерархические уровни организации жизни, основанные на клеточном фундаменте.

Рассмотрим ключевые функции, которые клетки выполняют в организме, объединяясь в сообщества.

1. Структурно-опорная и защитная функция: создание каркаса и барьеров

Организму необходима форма, прочность и защита от внешних воздействий. Эту задачу решают в первую очередь клетки различных видов соединительной и эпителиальной ткани.

· Клетки эпителиальной ткани (эпителиоциты): Они образуют непрерывные пласты, покрывающие тело снаружи (кожа) и выстилающие все полости внутри (слизистые оболочки желудка, кишечника, дыхательных путей). Эти клетки плотно соединены между собой специальными контактами (десмосомами, плотными контактами), создавая непроницаемый барьер для микробов, токсинов и потери влаги. Одни эпителиоциты (кератиноциты кожи) вырабатывают прочный белок кератин, другие (бокаловидные клетки) выделяют слизь для защиты и увлажнения, третьи образуют микроско-

пические ворсинки в кишечнике для всасывания питательных веществ.

- Клетки соединительной ткани: Это разнообразная группа, обеспечивающая опору, связь и заполнение пространства.

- Фибробласты – главные «строители». Они синтезируют и выделяют в межклеточное пространство белки-фибриллы (коллаген, эластин) и аморфное вещество. Коллаген, по прочности сравнимый со сталью, формирует сухожилия, связки, каркас кожи и внутренних органов.

- Остеобласты и остециты – клетки костной ткани. Они минерализуют межклеточный матрикс, откладывая в него кристаллы фосфата кальция, создавая твёрдый и прочный, но живой скелет.

- Адипоциты – жировые клетки. Они накапливают жир в виде одной крупной капли, выполняя роль энергетического депо, теплоизолятора и механической подушки.

2. Двигательная и сократительная функция: основа движения

Любое движение, от биения сердца до поднятия руки, осуществляется благодаря специализированным сократимым структурам внутри клеток.

- Клетки мышечной ткани (миоциты): Они содержат огромное количество нитей из белков актина и миозина. При получении сигнала эти нити скользят друг относительно друга, укорачивая клетку.

- Кардиомиоциты – клетки сердечной мышцы. Они имеют поперечную исчерченность, соединены между собой особыми контактами (вставочными дисками), что позволяет синхронно и ритмично сокращаться всему миокарду, работая как единый насос на протяжении всей жизни.

- Миосимпласты – гигантские многоядерные клетки скелетной мускулатуры. Их сокращения произвольны, мощны и быстры, они приводят в движение кости скелета.

- Миоциты гладкой мускулатуры – веретенообразные клетки без исчерченности. Они медленно и непроизвольно сокращаются, обеспечивая работу внутренних органов: перистальтику кишечника, сужение сосудов, сокращение матки.

- Двигательные функции немышечных клеток: Сократительные белки есть и в других клетках. Например, актин и миозин в цитоскелете фибробластов позволяют им перемещаться в ткани для заживления ран. Специальные моторные белки обеспечивают движение ресничек на поверхности клеток дыхательного эпителия, выталкивая слизь с пылью наружу, или биение жгутика сперматозоида.

3. Транспортная функция: поддержание постоянства внутренней среды и связь

Клетки активно участвуют в переносе веществ как на микроуровне (через свои мембраны), так и на уровне целого организма.

- Клетки крови:

- Эритроциты – высокоспециализированные транспортные контейнеры. Они утратили ядро и большинство оргanelл, чтобы максимально заполниться молекулами гемоглобина. Гемоглобин обратимо связывает кислород в лёгких и отдаёт его в тканях, а также переносит часть углекислого газа обратно.

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.