

КЕН
ОКОНА-МЕНСА

ВЗЛАМЬІВАЯ АНАТОМІЮ



Доктора рунета. О здоровье понятным почерком

Кен Окона-Менса
Взламывая анатомию

«Издательство АСТ»

2020

УДК 611
ББК 28.706

Окона-Менса К.

Взламывая анатомию / К. Окона-Менса — «Издательство АСТ»,
2020 — (Доктора рунета. О здоровье понятным почерком)

ISBN 978-5-17-122605-3

Наше тело — удивительная и сложная машина, все части которой работают слаженно, взаимодействуют с окружающей средой и даже учатся у нее. Эта книга подробно рассказывает об устройстве и работе тела, помогая понять, как развивались наши знания о нем. Она дает представление обо всех системах организма, объясняет медицинскую терминологию и отвечает на важнейшие вопросы. Дочитав до конца, вы заглянете не только в прошлое, настоящее и будущее, но и внутрь себя. В формате PDF A4 сохранен издательский макет.

УДК 611
ББК 28.706

ISBN 978-5-17-122605-3

© Окона-Менса К., 2020
© Издательство АСТ, 2020

Содержание

Вступление	6
Глава 1	8
В чем тут дело?	8
Макроскопический или микроскопический	9
Примесь физиологии	9
Стоя на плечах гигантов	10
Древние египтяне	10
Древние греки	11
Эпоха ренессанса	12
Эпоха просвещения	14
Кадавры и заключенные	16
Расхитители могил	16
Анатомический акт	16
Зверства нацистов	18
Атлас Пернкопфа	18
Говоря на языке анатомии	20
Анатомические плоскости	20
Анатомическое расположение	22
Глава 2	24
Организация вашего тела	24
Строение клетки	27
Ядро	28
Митохондрии	28
Эндоплазмическая сеть и рибосомы	28
Аппарат Гольджи	32
Вакуоль	33
Лизосома	33
ДНК: все дело в основе	34
Производство белков	36
Транскрипция	36
Новые белки	37
Свертывание в хромосомы	38
Форма хромосом	39
Деление клетки	41
Мейоз	41
Многообразие клеток	44
Фоторецепторы	44
Конец ознакомительного фрагмента.	46

Кен Окона-Менса

Взламывающая анатомию

Ken Okona-Mensah
CRACKING ANATOMY

First published in Great Britain in 2020 by Cassell, an imprint of Octopus Publishing Group Ltd

Carmelite House, 50 Victoria Embankment, London, EC4Y 0DZ

All rights reserved.

Печатается с разрешения издательства Octopus Publishing Group Ltd.

В оформлении книги использованы иллюстрации Dreamstime.com, Istockphoto.com, Science Photo Library, Wikimedia Commons, Shutterstock и др.

© Ken Okona-Mensah 2020

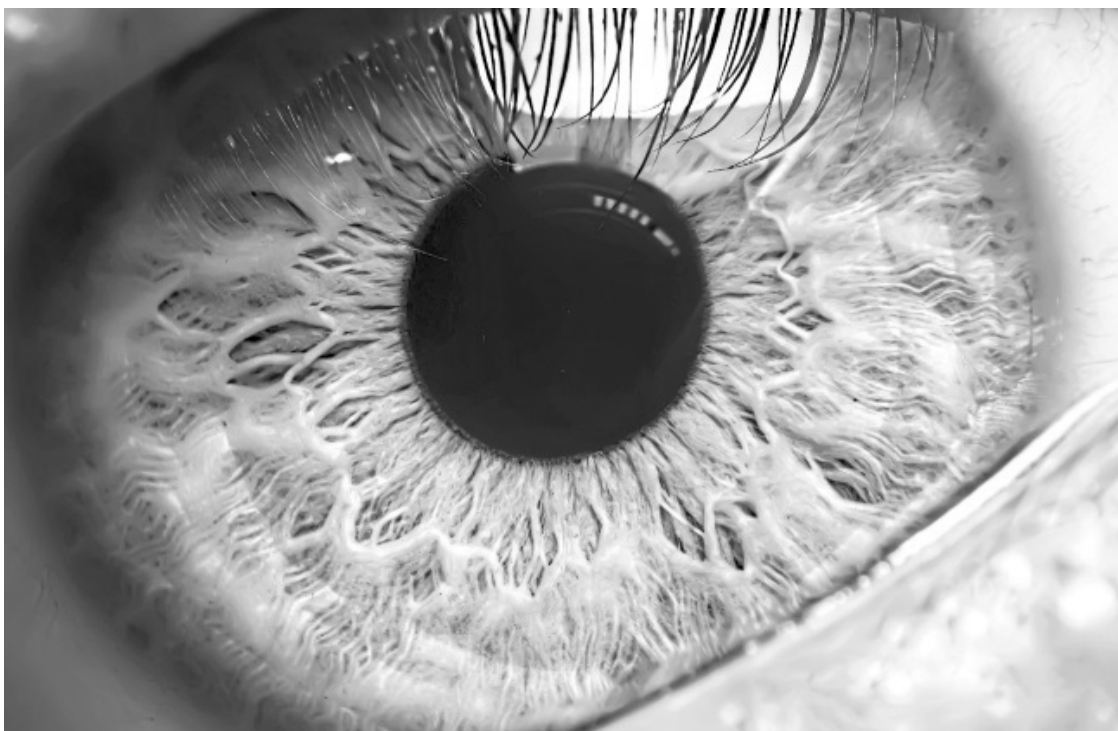
© Octopus Publishing Group Ltd 2020

© Оформление. ООО «Издательство АСТ», 2020

Вступление

Наше тело – это удивительная машина, которая эволюциони... стоп! Неужели вам действительно нужно, чтобы кто-то это говорил? Если вы до сих пор не поняли, насколько удивительна «оболочка», которую вы носите каждый день – в болезни и здравии, – тогда, пожалуй, вам лучше отложить книгу в сторонку, подойти к зеркалу и внимательно рассмотреть свое отражение. Итак, поехали.

Что вы чувствуете теперь, когда посмотрели на себя со стороны? Что бы вы ни ответили, сам факт того, что вы решили прочесть эту книгу, свидетельствует о желании узнать о себе побольше – познакомиться с устройством человека с точки зрения физиологии.



Что вы видите, когда смотрите в зеркало?

Не так важно, верите ли вы в существование высших существ или нет. Главным остается то, что наше тело – это динамически и интеллектуально развитый продукт, который постоянно взаимодействует с окружающей средой и учится у нее. Этот продукт идет в комплексе с системами, наглядно показывающими принцип слаженной работы на благо общей цели – поддержания в нас жизни.

В природе все, что происходит на микроуровне, часто повторяется и на макроуровне. Учитывая это, нам, людям, было бы здорово поучиться у своих внутренних структур принципам коллективной работы. Представьте себе мир, в котором каждый из нас являлся бы сложным, но жизненно важным органом, работающим на благо общей цели – сохранения всего человечества.

Эта книга расскажет, из чего состоит наше тело и как оно работает. С первых страниц и до конца книги перед вами будет разворачиваться увлекательная история о закулисе анатомии. Вы сможете лучше понять, как складывались наши современные представления о науке и о чем нам следует помнить, шагая в будущее. На протяжении всей книги вас ждет много информации об анатомии и физиологии, ведь структура и функция всегда идут рука об руку.

Надеюсь, эта книга пробудит ваш аппетит и простимулирует выработку нужных пищеварительных соков, чтобы вы могли лучше переварить кусочки информации о том, насколько вы поразительны.

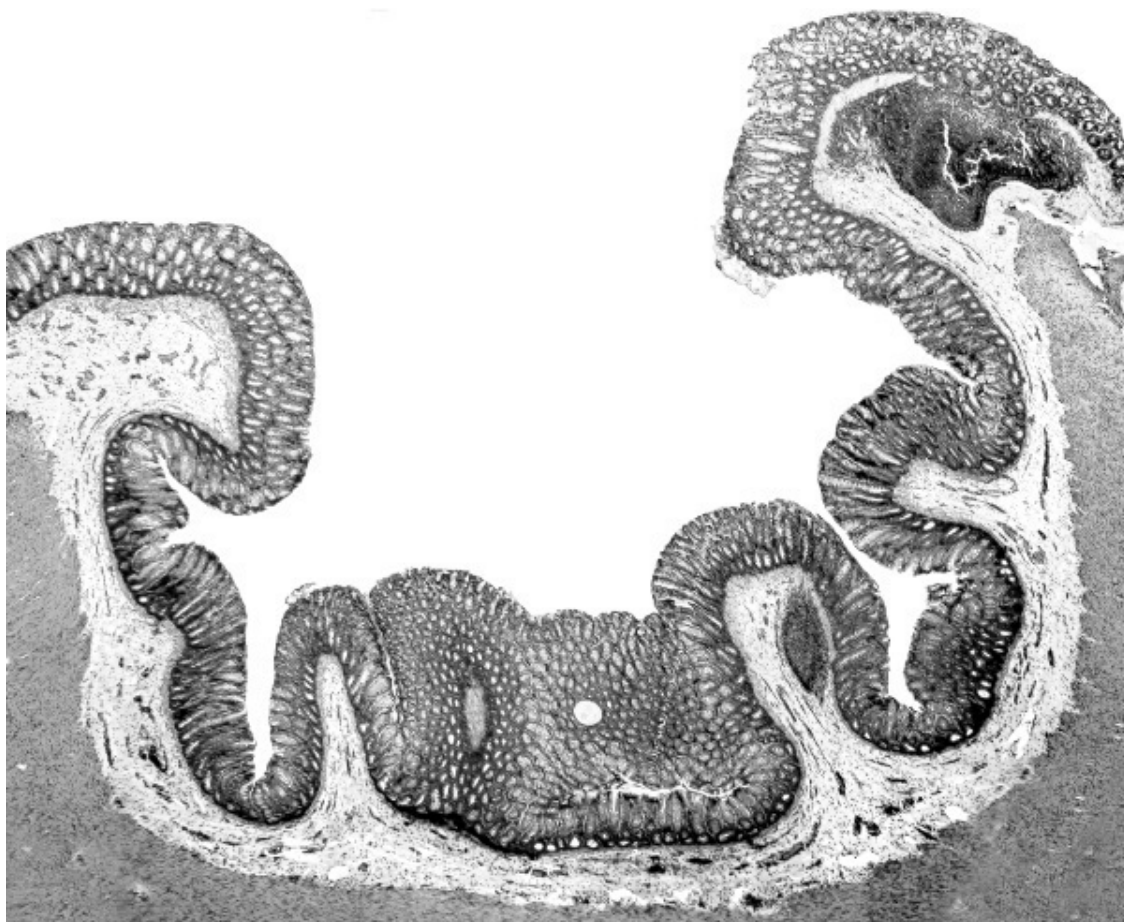
Глава 1

Основы

В чем тут дело?

Что вам представляется, когда вы слышите слово «анатомия»? Лягушачьи лапки, части человеческого тела, препарированные грызуны в позе витрувианского человека Леонардо да Винчи... или студенты-медики, рьяно изучающие онтогенез подвздошной впадины на переднемедиальной поверхности крыла подвздошной кости? Анатомия – это, конечно же, все вышеперечисленное и многое другое.

Анатомия – это раздел биологии, изучающий, что представляют собой разные части нашего организма, где они находятся и как складываются вместе в тело. Теоретические основы анатомии – это крайне объемная отрасль. Нам потребовались тысячи лет, чтобы пройти путь от первых сохранившихся трудов древних египтян до современного понимания анатомии. И все равно мы только-только разобрались в основах.



Анатомия – это не просто изучение того, что видно невооруженным глазом. К анатомии относится и такая сложная дисциплина, как гистология, которая исследует состав и структуру различных клеток и тканей, видимых лишь при большом увеличении.

Анатомия – это еще и необычайно древняя наука. За время своего существования она смогла развить собственный уникальный язык.

Макроскопический или микроскопический

«Анатомия» происходит от древнегреческого слова «рассечение», или «диссекция». Эта наука делится на две академические ветви: макроскопическую и микроскопическую. Макроскопическая, или топографическая, анатомия изучает структуры, видимые невооруженным глазом. Для того чтобы увидеть структуры на более глубоком уровне, необходимы оптические инструменты, специальная обработка и подготовка образцов. А для того чтобы различить две структуры, расположенные ближе, чем на 0,2 микрометра друг от друга (расширяющая способность сетчатки нашего глаза), нужны оптические инструменты. Изучение столь крошечных анатомических структур называют микроскопической анатомией, или гистологией. Эта научная область занимается изучением тканей, клеток и их органелл.

Примесь физиологии

Но анатомия не смогла бы справиться без своего предмета-близнеца – физиологии. Знать анатомию без физиологии – это все равно что писать музыку, не слушая ее. Физиология отвечает на вопросы «как» и «почему» и объясняет, что наше тело представляет из себя. Физиология изучает, как все работает при нормальных условиях и почему наше тело делает то, что делает. В сочетании с диагностикой и лечением заболеваний анатомия выходит за пределы чисто базовой и теоретической науки и превращается в нечто более обстоятельное и кропотливое – основу медицины.

Стоя на плечах гигантов

«Мы изучали анатомию человека еще со времен Везалия. И именно тогда, когда мы думали, что больше нечего изучать и нечему учиться, человеческое тело нас ловко провело».

Так считает ведущий анатом и антрополог-криминалист профессор Сью Блэк. И действительно: открытия, как автомат для игры в пинбол, меняли направление, по которому следовали люди в погоне за знаниями.

В Древнем мире подходы к пониманию человеческого тела сильно отличались. Некоторые традиционные учения занимались потоками энергий и балансом. Так зародились аюрведические и китайские практики, которые составляют основу современной альтернативной медицины. Другие учения пытались найти «вместилище души» с помощью более эмпирических подходов. Наше понимание анатомических знаний других цивилизаций ограничено, поскольку такие знания передавались из уст в уста, а не сохранялись письменно. Кроме того, мы мало знаем о достижениях женщин до Нового времени. Эту проблему мы затронем в главе 13.

Древние египтяне

Древние египтяне славились способностью извлекать и сохранять органы мертвых при мумификации. Позднее сердце стали возвращать обратно в тело усопших, поскольку считалось, что сердце было домом, где жила душа. Хотя в то время магия была обыденностью, в папирусе Эдвина Смита (ок. 1600 г. до н. э.) нашлись и научные обоснования. Этот свиток назвали в честь человека, который купил его в 1862 году, и считают старейшим из известных текстов, значимых с точки зрения медицины и анатомии.



Древние египтяне хранили внутренние органы усопших в канопах.

Древние греки

Философ, биолог и логик Аристотель (384–322 гг. до н. э.) проводил анатомические вскрытия животных, пытаясь отыскать место, где живет душа. Однако первым анатомом признали его коллегу – греческого ученого Герофила из Халкидона (ок. 325–255 гг. до н. э.). Отучившись в Александрии (современный Египет), Герофил стал проводить первые научные вскрытия. Для того времени это было большой редкостью, поскольку проводить вскрытие человека было категорически запрещено: его считали непочтительным, нечистым и небезопасным.

Во II веке примеру Александрийского ученого последовал и другой одаренный греческий врач по имени Гален (ок. 129–210 гг. н. э.). Он препарировал трупы животных и на основе своих наблюдений написал множество трактатов с бесценными сведениями о строении тела (особенно опорно-двигательного аппарата). Гален заметил, что повреждение спинного мозга

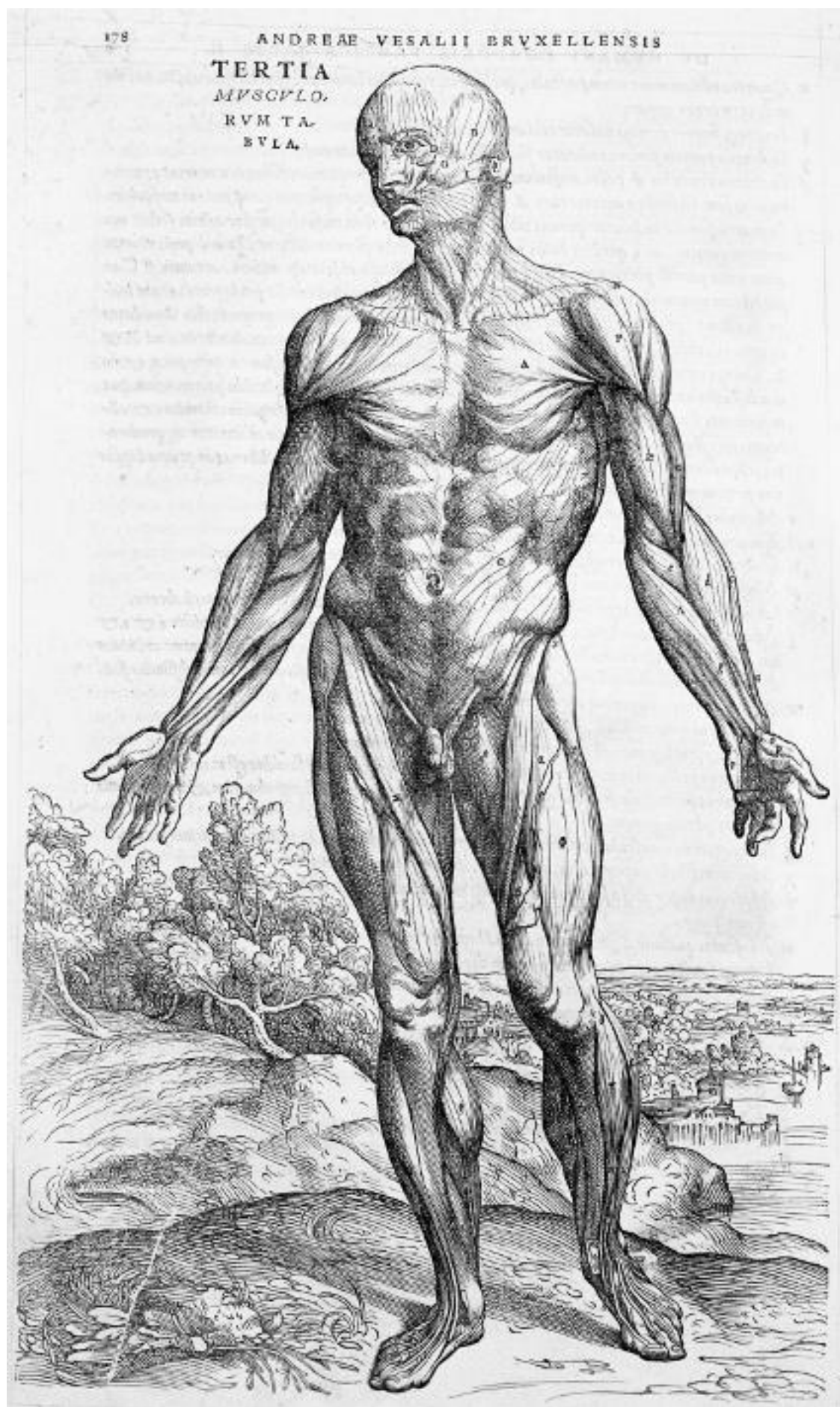
связано с повышенным риском паралича и смерти – чем ближе к мозгу было повреждение, тем выше становился риск.

Эпоха ренессанса

Ренессанс (1300–1600 гг.) породил многих великих художников, которые своими точными изображениями человеческого тела способствовали развитию анатомии. Большая часть анатомических текстов до эпохи Ренессанса носила описательный характер и не баловала читателей подробными иллюстрациями. Чтобы научиться создавать максимально точные изображения, такие художники, как Леонардо да Винчи (1452–1519 гг.), Альбрехт Дюрер (1471–1528 гг.) и Микеланджело (1475–1564 гг.), изучали трупы. Со временем эти наброски стали неотъемлемой частью их собственных (и чужих!) печатных публикаций, посвященных анатомическим открытиям.

Исламские ученые

Своей поздней известности Гален во многом обязан средневековым исламским ученым, которые переводили и перепечатывали его работы, попутно исправляя их с учетом собственных наблюдений. Один из исламских мастеров анатомии Абдул-Латиф аль-Багдади (1162–1231 гг.) провел первые посмертные вскрытия. В эпоху Средневековья интеллектуальное лидерство перешло к Ближнему Востоку, который сохранял его до XIII века – пока в Европе с наступлением Ренессанса в XIV веке не началась новая эра экспериментов и исследований.



Новаторская книга Везалия включала детальные изображения мышечной системы.

Отцом современной анатомии часто называют бельгийского анатома и врача Андреаса Везалия (1514–1564 гг.). Он внес существенный вклад в науку, изменив парадигму подхода к получению знаний. Визуальные наблюдения за препарированием трупов легли в основу самой известной публикации Везалия – монографии *De humani corporis fabrica* («О строении человеческого тела»). В наше время эту книгу считают первым значимым научным достижением: она предложила анатомический язык, не потерявший своей актуальности и по сей день, а также в красочных подробностях познакомила нас с опорно-двигательной системой.

Эпоха просвещения

Эпоха Просвещения ознаменовалась бурным развитием анатомии, что привело к пересмотру нашего понимания сердечно-сосудистой системы. Но для этой области ни один человек не сделал так много, как выпускник Кембриджского университета Уильям Гарвей (1578–1657 гг.). Он написал работу, подтверждающую ранние гипотезы исламского ученого Ибн ан-Нафиса (1213–1288 гг.) о существовании двух кругов кровообращения, через которые кровь поступает сначала в легкие, а затем – в остальные части тела. Кроме того, Гарвей, которого часто называют отцом физиологии, выдвинул предположение, что для размножения необходимо оплодотворение яйцеклетки сперматозоидом.

ВЕЛИКИЕ АНАТОМЫ

Век	Страна	Значимые фигуры	Вклад в анатомию
XVI в. до н. э.	Египет, Африка	Высокопоставленные чиновники	Создали папирус Эдвина Смита — первый известный медицинский и анатомический справочник. Считали, что сердце — этоместилище разума
IV в. до н. э.	Греция, Европа	Аристотель, философ	После препарирования мелких животных ввел в обиход термин «анатомия»
III в. до н. э.	Египет, Африка	Герофил из Халкидона, врач	Стал первым, кто выполнил публичное вскрытие человеческого трупа и осознал важность мозга и нервов как «местилища разума»
II век н. э.	Греция, Европа	Гален Пергамский, врач	Написал работу, которая целых 14 веков оставалась главным учебником по анатомии. Его считают отцом современной медицины
VIII–XIII в.	Арабский мир, Средний Восток	Исламские ученые, в том числе Мухаммад ибн Закария ар-Рази, Ибн Сина (Авиценна), Абдул-Латиф аль-Багдади	После падения Римской империи спасли от забвения множество трудов, подкорректировали описания Галена с учетом собственных наблюдений
XVI в.	Италия, Европа	Андреас Везалий, анатом	Опубликовал новаторскую работу «О строении человеческого тела», которая ввела в наш лексикон такие термины, как «митральный клапан», а также познакомила с уникальными изображениями мышц и костей. Эта монография продемонстрировала неточность многих работ ранних авторов. Его считают отцом современной анатомии
XVII в.	Италия, Европа	Марчелло Мальпиги	Открыл капилляры — сосуды, связывающие артерии и вены в легких лягушек
XVII в.	Англия, Европа	Уильям Гарвей, врач	Опубликовал «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных», в котором правильно описал процесс циркуляции крови в организме

Кадавры и заключенные

Испокон веков у анатомии складывались сложные отношения с кадаврами. Ни для кого не секрет, что трупы – главные обучающие материалы для врачей прошлого, настоящего и будущего. Но исторически сложилось так, что проведение вскрытий не по медицинским показаниям вызывало бурную негативную реакцию. Если отбросить религиозные соображения и боязнь потенциального вреда для здоровья, то общественное беспокойство было вполне оправданным – учитывая темное прошлое анатомии.

Большинство ранних анатомов повышали свой уровень знаний, препарирова животовных. В основном, конечно, мертвых, но иногда – еще живых. И хотя такие вскрытия служили источником уникальных и полезных знаний, не всю полученную информацию можно было переложить на человеческий организм. Вскрытие трупа человека давало более точные и достоверные данные. В течение XVIII и в начале XIX века в Европе и Соединенных Штатах Америки открывали все больше медицинских учебных заведений, благодаря чему возрастал спрос на трупы. В то время единственным легальным источником кадавров служила пенитенциарная система, которая в качестве заключительного акта возмездия передавала тела казненных преступников на медицинские исследования. А поскольку спрос рождает предложение, люди поняли, что можно хорошо подзаработать, продавая человеческие останки на черном рынке.

Расхитители могил

Спрос на свежие трупы был особенно велик, поэтому многие воры регулярно расхищали свежие могилы (особенно бедных или бесправных людей) и продавали кадавров в медицинские школы.

В Соединенных Штатах чаще всего от таких «похищений» страдали порабощенные и даже свободные афроамериканцы. «Похищение тел» приносило хорошую прибыль так называемым воскрешателям по обе стороны Атлантики. Самым ценным товаром считались тела младенцев. Большую часть трупов, поставляемых пенитенциарной системой, составляли мужчины, и знания о том, как развиваются люди, были довольно скудными. Иногда медицинские школы специально открывались как можно ближе к кладбищам. И некоторые безнравственные люди (например, эдинбургцы Уильям Берк и Уильям Хэйр) действительно убивали людей, чтобы затем продать их трупы в медицинские школы. Но как только это стало публичным достоянием, общественность взбунтовалась.

Анатомический акт

В 1832 году в Соединенном Королевстве был принят Анатомический акт, по которому казненных убийц больше не ждало посмертное наказание в виде вскрытия, а лицензированные врачи могли закупать для обучающих целей только невостребованные трупы из больниц, психиатрических лечебниц и работных домов. Но, учитывая, что чаще всего невостребованными оставались родственники бедняков, эта и без того уязвимая прослойка населения посмертно становилась еще более уязвимой. В Соединенных Штатах Америки приняли целый ряд анатомических актов, первый из которых был опубликован в штате Массачусетс в 1831 году. Однако некоторые южные штаты разрешали анатомическое вскрытие умерших в тюрьмах, подавляющее большинство заключенных в которых было афроамериканцами. Подобные практики оставили в истории анатомии жуткий след.



Эту фотографию кафедры анатомии Кембриджского университета сделали примерно в 1890 году.

Зверства нацистов

Важным приоритетом германского Третьего рейха (существовал с 1933 по 1945 г.) было одно из ответвлений движения евгеники – преподавание и проведение анатомических исследований. Ученые рейха пытались лучше понять строение человеческого тела, чтобы доказать превосходство «высшей» арийской расы над «низшими» людьми. Для своих исследований многие немецкие анатомы использовали жертв нацистского геноцида.

В основном такими жертвами становились заключенные из концентрационных лагерей: евреи, западные и восточные цыгане, жители Восточной Европы, военнопленные, те, кого сочли «людьми с сексуальными отклонениями», антинацисты или преступники, а также пациенты психиатрических лечебниц. В анатомические отделения по всей Германии и на оккупированные территории, к которым относились Польша, Австрия и Чешская Республика, привозили их тела. Точное число трупов, доставленных для вскрытий, доподлинно неизвестно, однако их количество исчисляется десятками тысяч.

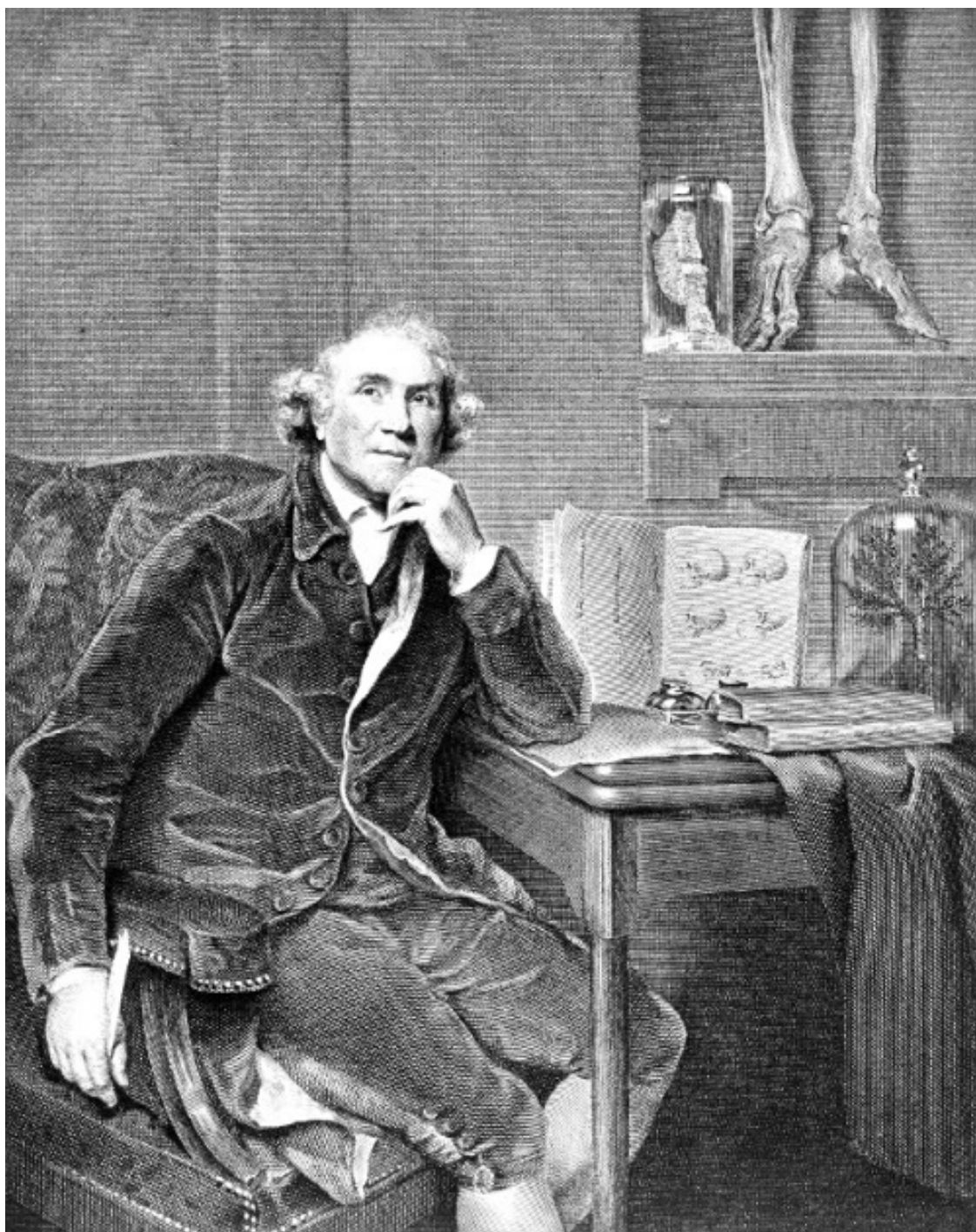
Те, кто проводил вскрытия, не всегда были только пассивными получателями. Хотя некоторые задавались вопросами нравственности подобных методик, другие становились активными участниками процесса. К числу последних можно отнести профессоров-анатомов Эдуарда Пернкопфа и Августа Хирта. В 1943 году Хирт, будучи офицером СС, приказал убить 86 евреев, чтобы он мог составить скелет для выставки в Институте анатомии Рейхского университета в Страсбурге. Он хотел показать гостям, чем, по его мнению, евреи отличаются от других людей. Его приказ выполнили, но публике экспонат так и не представили.

Атлас Пернкопфа

Пернкопф создал один из самых точных и подробных учебников по анатомии человека. Чтобы завершить «Атлас топографической и прикладной анатомии человека», опубликованный в 1950-х годах, Пернкопфу понадобилось более 20 лет. Многотомная карта человеческого тела стала первым изданием, в котором использовалась четырехцветная офсетная печать. Это помогало анатомам и хирургам по всему миру точнее идентифицировать структуры, которые в реальной жизни выглядели почти так же, как на картинках. Лишь после расследования в конце XX века выяснилось, что изображения в атласе «писались» с жертв геноцида. Некоторые ученые настаивали на отказе от использования атласа, а другие считали, что в память о жертвах нацистов мы должны пользоваться им, чтобы учить медицинской этике, истории и анатомии.

Уроки прошлого

Теперь, когда уроки прошлого усвоены, мы должны навсегда запомнить всех тех, кого лишили человеческого достоинства ради расширения наших знаний по анатомии. Анатомические препараты многих музеев и коллекций содержат образцы неизвестного происхождения, многие из которых были получены без согласия человека. Большинство таких препаратов служат постоянным и суровым напоминанием о темном прошлом анатомии. Остальные все же были должным образом захоронены в память о бессмертной и недобровольной жертве их «доноров».



Анатом Джон Хантер рядом со скелетом (ногами) «ирландского гиганта» Чарльза Бирна. Экспонат выставлялся против посмертной воли самого Бирна

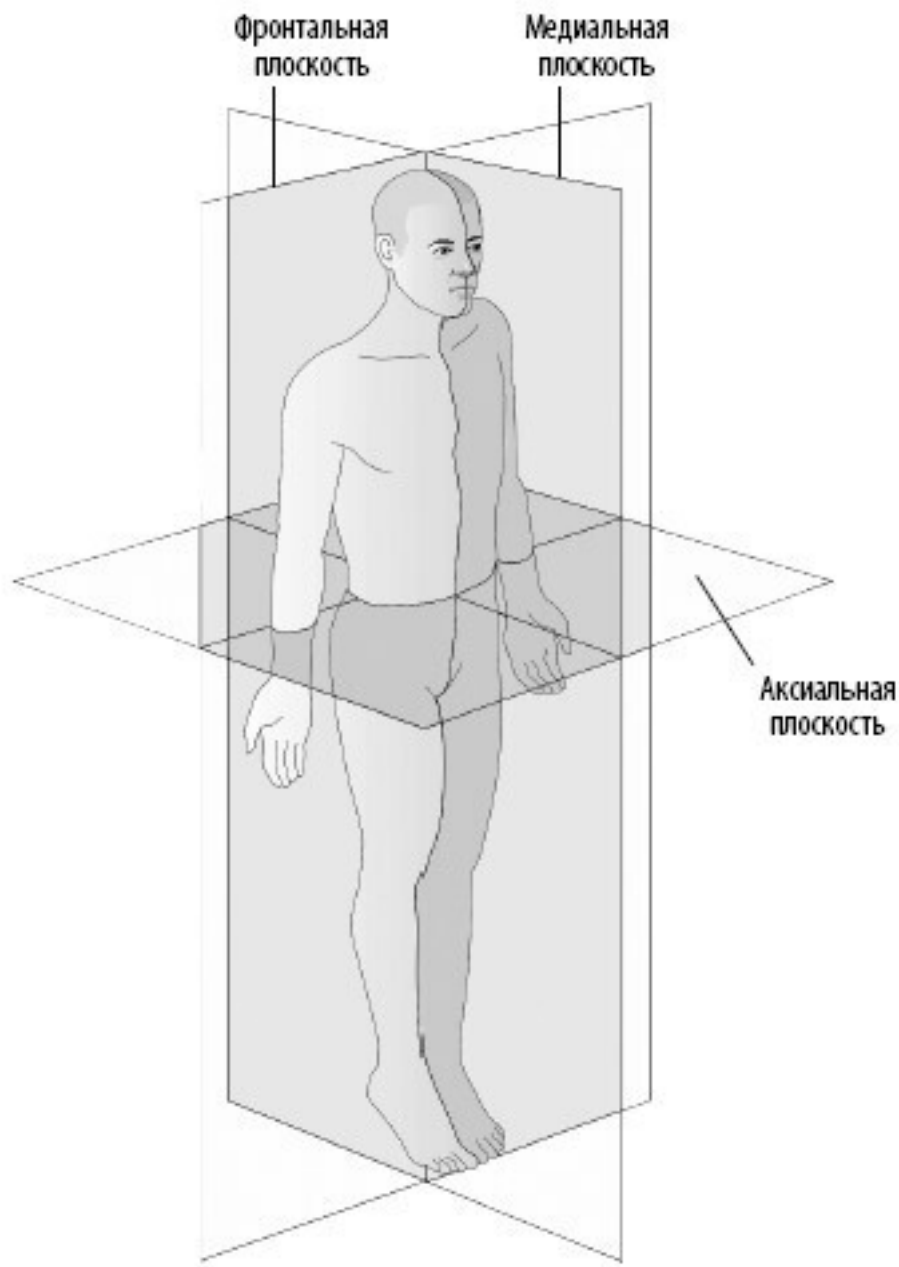
Говоря на языке анатомии

После того, как вы разобрались с ключевыми событиями истории анатомии, глубже погрузиться в тему вам поможет понимание ее языка. Для описания анатомических структур и их топографического расположения используют термины, происходящие из языков, на которых говорили первые анатомы.

Анатомические плоскости

При препарировании трупа срезы выполняются в следующих плоскостях.

Медиальная. Сечение выполняют вертикально вниз по середине тела через среднюю линию; препарат разделяют на две равные половины – правую и левую. Если разрез проводят по срединной (медиальной) плоскости, но с ассиметричным смещением влево или вправо, то такая плоскость называется сагиттальной.



Основные анатомические плоскости используются не только в препарировании, но и в медицинской визуализации. Их используют для описания различных проекций тела при проведении компьютерной (КТ) или магнитно-резонансной томографии (МРТ).

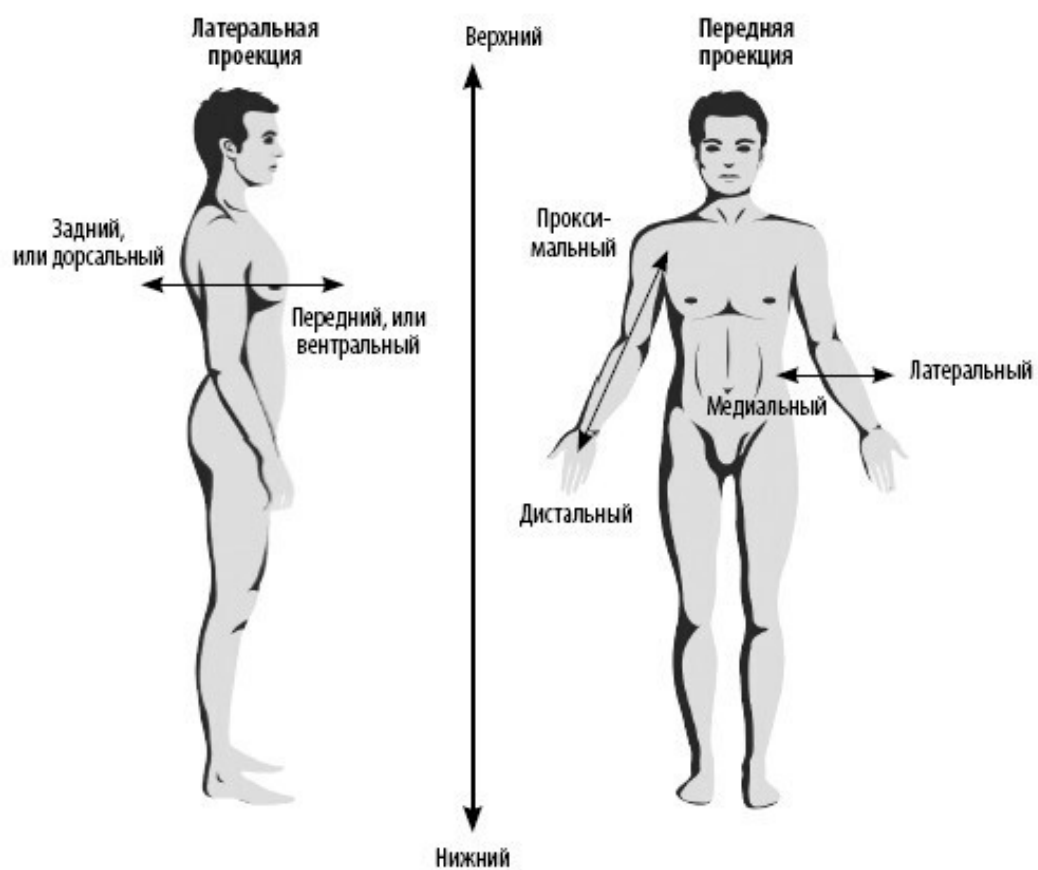
Фронтальная. Срез выполняется вертикально под прямым углом к медиальной плоскости; препарат разделяют на переднюю и заднюю половины.

Горизонтальная (или аксиальная, или поперечная). Срез выполняют горизонтально под прямым углом к фронтальной и медиальной плоскостям; препарат разделяют на верхнюю и нижнюю половины.

Термин	Значение
Верхний	Над другой структурой
Нижний	Под другой структурой
Передний	Перед другой структурой
Задний	За другой структурой
Вентральный	По направлению к передней части тела (поверхности)
Дорсальный	По направлению к задней части тела (поверхности)
Медиальный	Ближайший к средней линии
Латеральный	Самый дальний от средней линии
Проксимальный	Ближайший к туловищу (или торсу)
Дистальный	Самый дальний от туловища (или торса)

Анатомическое расположение

Под анатомическим, или стандартным, расположением понимают такое положение тела, при котором человек стоит прямо, лицо обращено вперед, руки опущены, предплечья супинированы (пальцы выпрямлены, ладони открыты и обращены вперед, большой палец каждой руки смотрит вбок). Если ладонь обращена назад, а большой палец смотрит в сторону тела, то такое положение предплечья называется пронированным. Все описания топографического расположения структур в организме приведены по отношению к стандартному положению. Это контрольная точка, помогающая медицинским специалистам лучше ориентироваться в нашем теле.



Глава 2

По крупицам

Организация вашего тела

Древнегреческий философ и биолог Аристотель как-то сказал: «Целое больше суммы своих частей». Но так ли это, если говорить о человеческом теле? Поговорки из серии «дьявол в деталях» и «мал золотник, да дорог» прочно вошли в наш лексикон. А говоря о строении человека, можно с уверенностью утверждать, что целое зависит от коллективной работы всех составляющих.

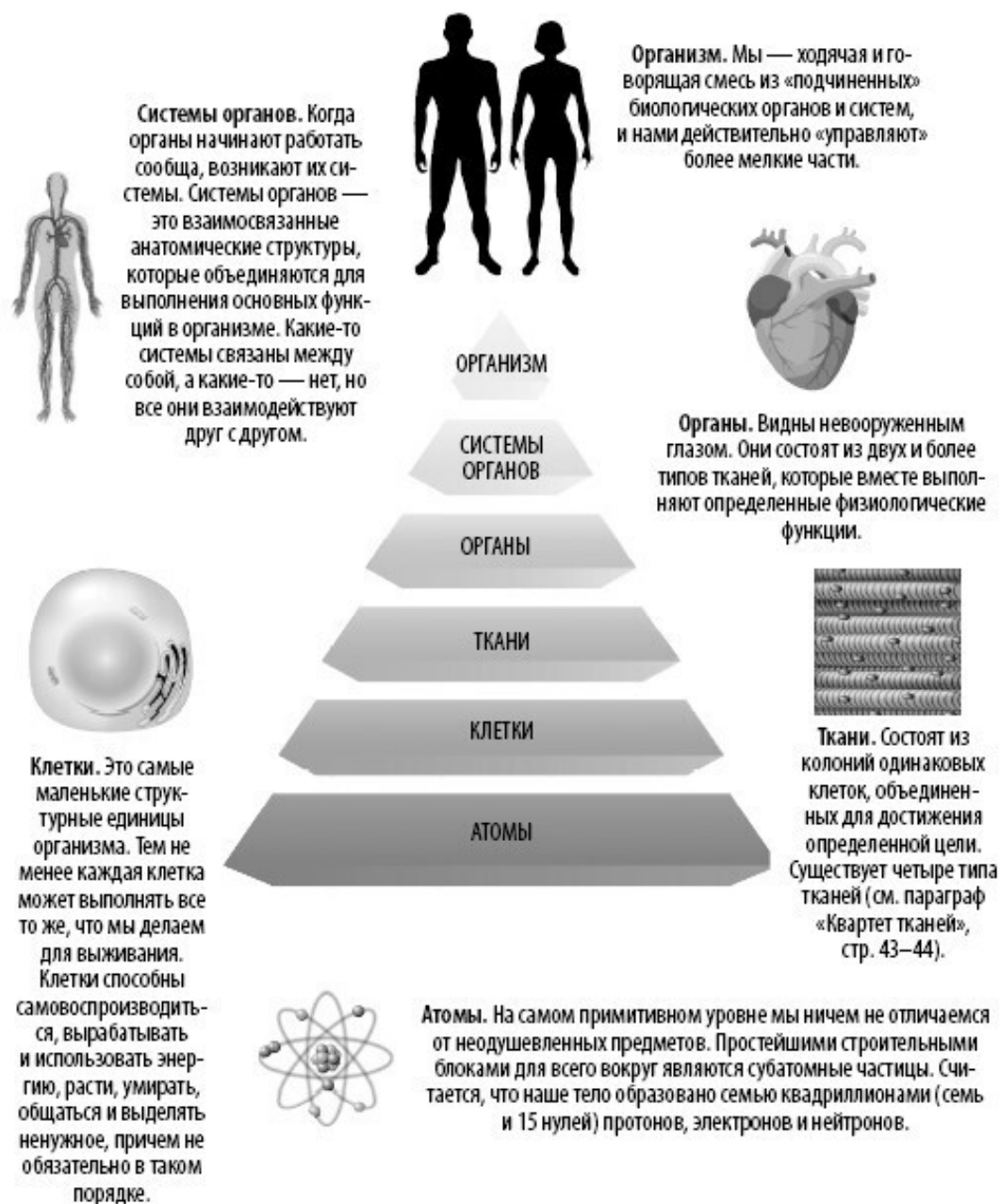
Наше тело наглядно демонстрирует принцип командной работы. Это классическая биологическая структура, в которой каждый участник одинаково ценен и выполняет свою жизненно важную функцию. И действительно: крупные структуры не смогли бы существовать без своих «подчиненных».



На этой магнитно-резонансной томограмме (МРТ) изображен мозг. У человека есть несколько органов, без которых он не сможет жить, а мозг является единственным незаменимым.

Чтобы лучше разобраться в различных органах и системах внутри организма, можно воспользоваться наглядной схемой всех ее составляющих. Давайте представим человеческое тело в виде иерархической структуры. Это упорядоченная пирамидальная система, коротко, от простого к сложному описывающая основы архитектуры человеческого тела.

ИЕРАРХИЯ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

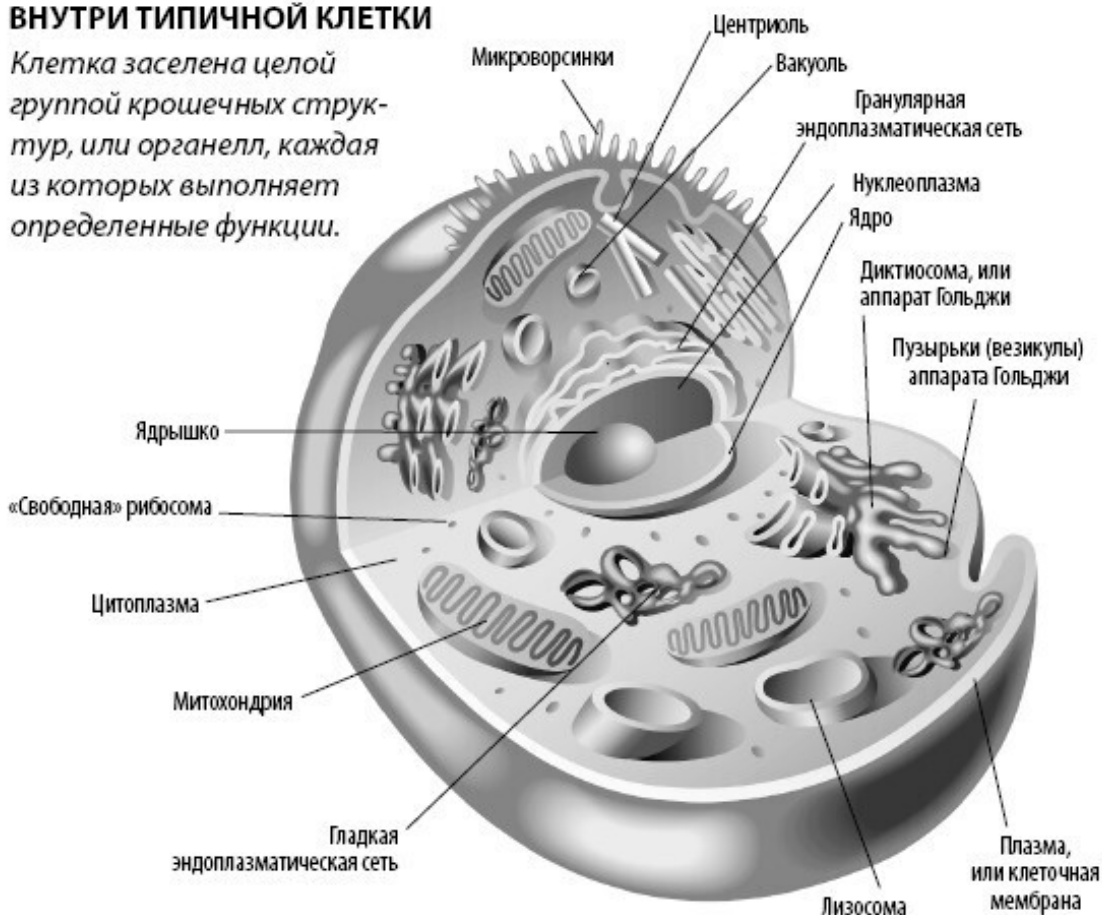


Строение клетки

Первооткрывателем клетки считают английского естествоиспытателя Роберта Гука (1635–1703 гг.). В 1665 году он изучал срезы пробки с помощью ранней версии микроскопа. Ученый заметил, что все срезы были похожи на маленькие комнатки – кельи, в которых жили монахи (лат. *cellula*, отсюда пошло английское название клетки – *cell*). На самом деле Гук увидел мертвые стенки растительных клеток с сотовидной структурой.

ВНУТРИ ТИПИЧНОЙ КЛЕТКИ

Клетка заселена целой группой крошечных структур, или органелл, каждая из которых выполняет определенные функции.



На протяжении веков талантливые ученые открывали разные элементы клетки. В XIX веке немецкие ученые Теодор Шванн, Маттиас Якоб Шлейден и Рудольф Вирхов помогли сформулировать клеточную теорию. Один из ее принципов дал идеальную отправную точку для развития науки: он гласит, что клетка является базовой единицей жизни.

Самая большая и самая маленькая

В организме человека «живет» около 200 типов клеток, но самые большие и самые маленькие – те, которые отвечают за само наше существование. Яйцеклетка видна даже невооруженным глазом: ее размер составляет 0,5 мм в диаметре. В отличие от нее сперматозоид можно увидеть лишь под микроскопом, а длина его головки не превышает 0,004 мм.

Наше тело состоит из триллионов клеток. Довольно часто назначение клетки определяется ее строением (и наоборот). Но есть и фундаментальные структурные сходства. Все клетки, вне зависимости от своего типа, заполнены водянистым желеобразным матриксом, который заключен в наружную клеточную мембрану. Этот желеобразный матрикс, или цитоплазма, контролирует все, что входит и выходит, и поддерживает структуру клетки. Кроме того, в цитоплазме расположены микроскопические органоиды (органеллы), которые помогают клеткам выполнять специальные функции. С этой точки зрения отличия упираются в то, какие органеллы есть в клетке и сколько их.

Ядро

Во всех наших клетках присутствует (или присутствовал в начале их существования) некий центр управления под названием «ядро». Этот «командир» органелл определяет, к какому таксономическому типу отнести их обладателя: к простому, например бактериям, у которых нет ядра, или более сложному организму, обладающему собственным ядром. Ядро – это мозговой центр клетки, поэтому оно занимает центральное положение. Ядро содержит специальный код – нашу генетическую информацию – в форме дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). О привилегированном положении ядра в клетке свидетельствует и то, что у него есть собственный матрикс, и то, что оно покрыто «двойной» мембраной.

Митохондрии

Если какая-то органелла и способная оспорить главенствующую роль ядра, то это колбасовидная структура под названием «митохондрия». Это не просто эволюционные гиганты с двойной мембраной и собственной генетической системой, именно они решают, будет ли клетка жить или умрет. Считается, что митохондрии развились из бактерий, которые когда-то давно проникли в клетку. Эти биологические «поселенцы» смогли обосноваться в определенной части клетки, установив симбиотические отношения с клеткой-хозяином.

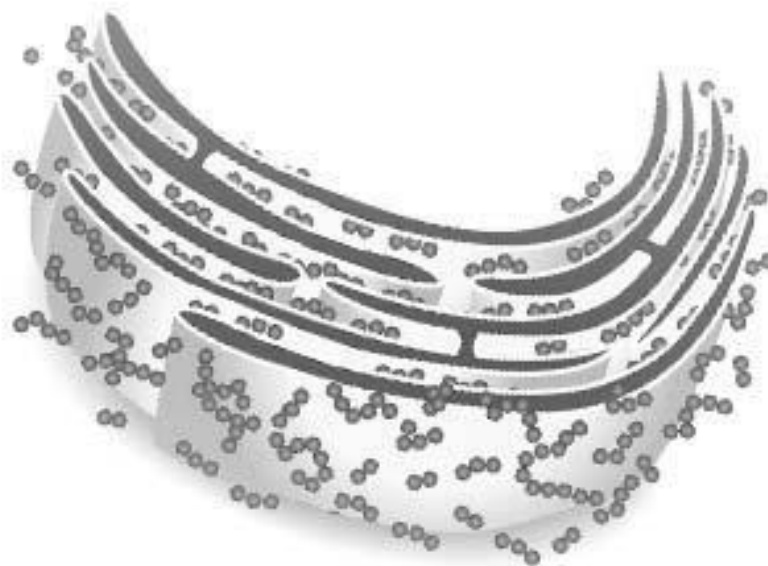
В отличие от электрических генераторов, митохондрии сами вырабатывают всю необходимую для жизни энергию. Без этой способности они были бы не более чем плавающими частичками детрита. Митохондрии пользуются молекулами кислорода для преобразования энергии из питательных веществ (глюкозы) в высокоэнергетические молекулы (аденозинтрифосфат, или АТФ), нужные для всех химических реакций в организме. В результате этого процесса, известного как аэробное клеточное дыхание, выделяются углекислый газ, вода и тепло. Сам АТФ необходим клеткам для производства белков.

Эндоплазмическая сеть и рибосомы

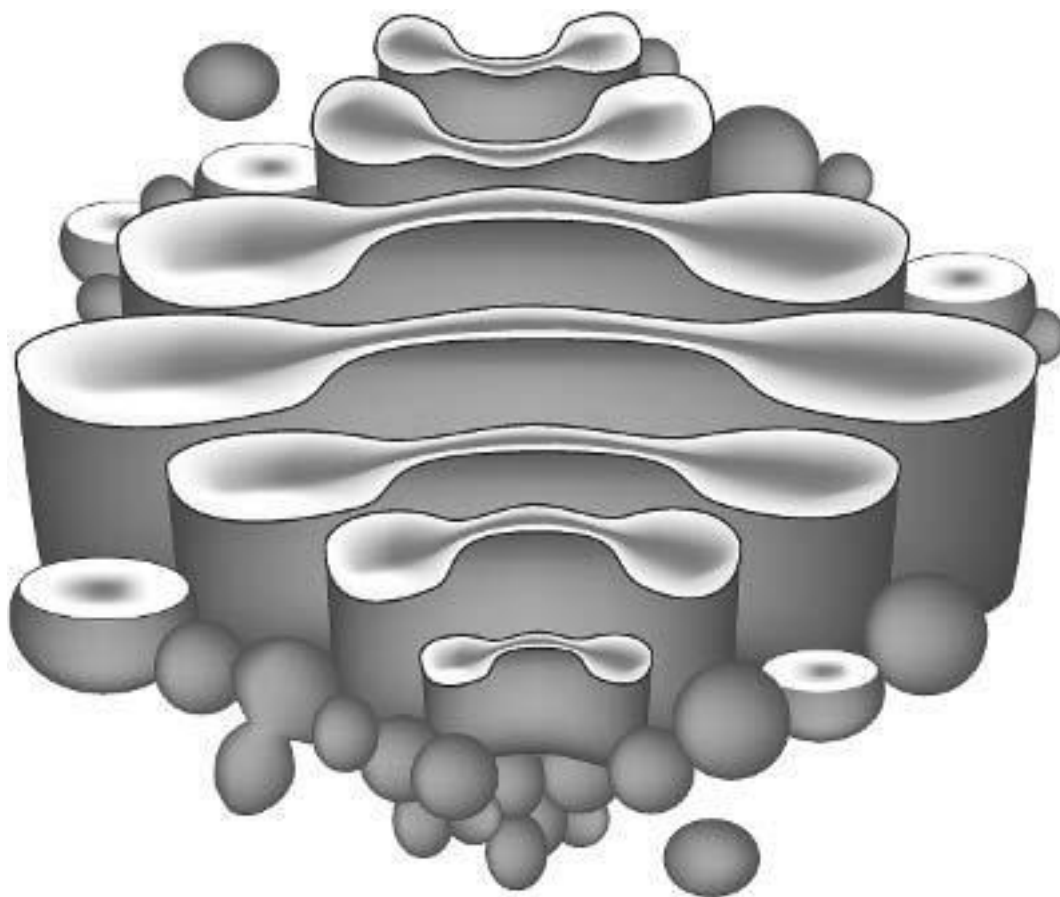
По команде ядра в органеллы начинают каскадным способом передаваться белковые структуры. Первые «получатели» – это рибосомы, свободно плавающие в цитоплазме или связанные с мембранной сетью каналов, которую называют эндоплазматической сетью (ЭПС). Сферические рибосомы получают шаблон, на основе которого создаются белки.



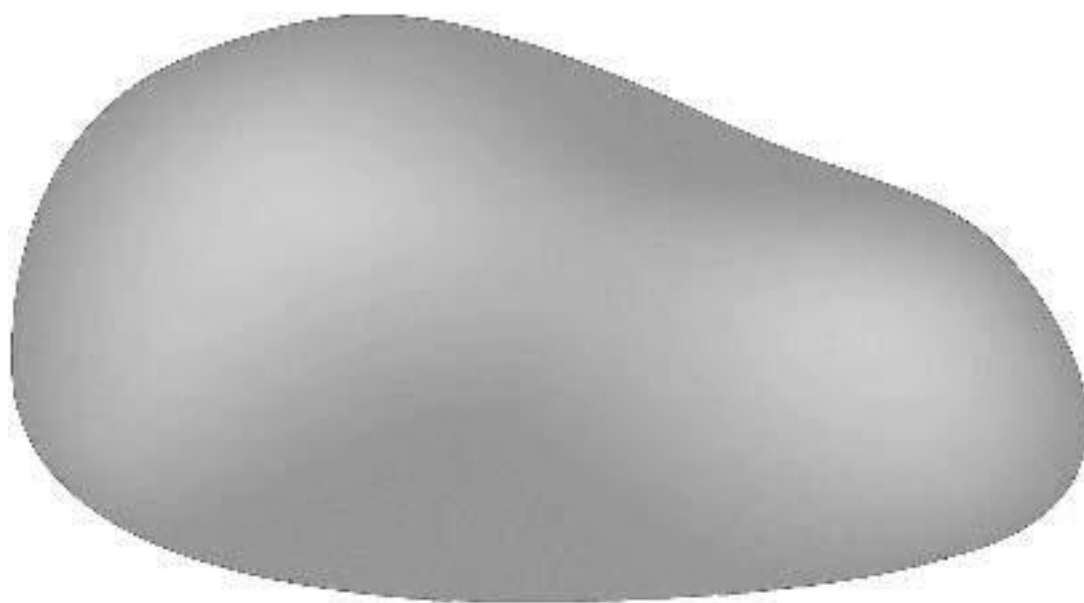
Митохондрия



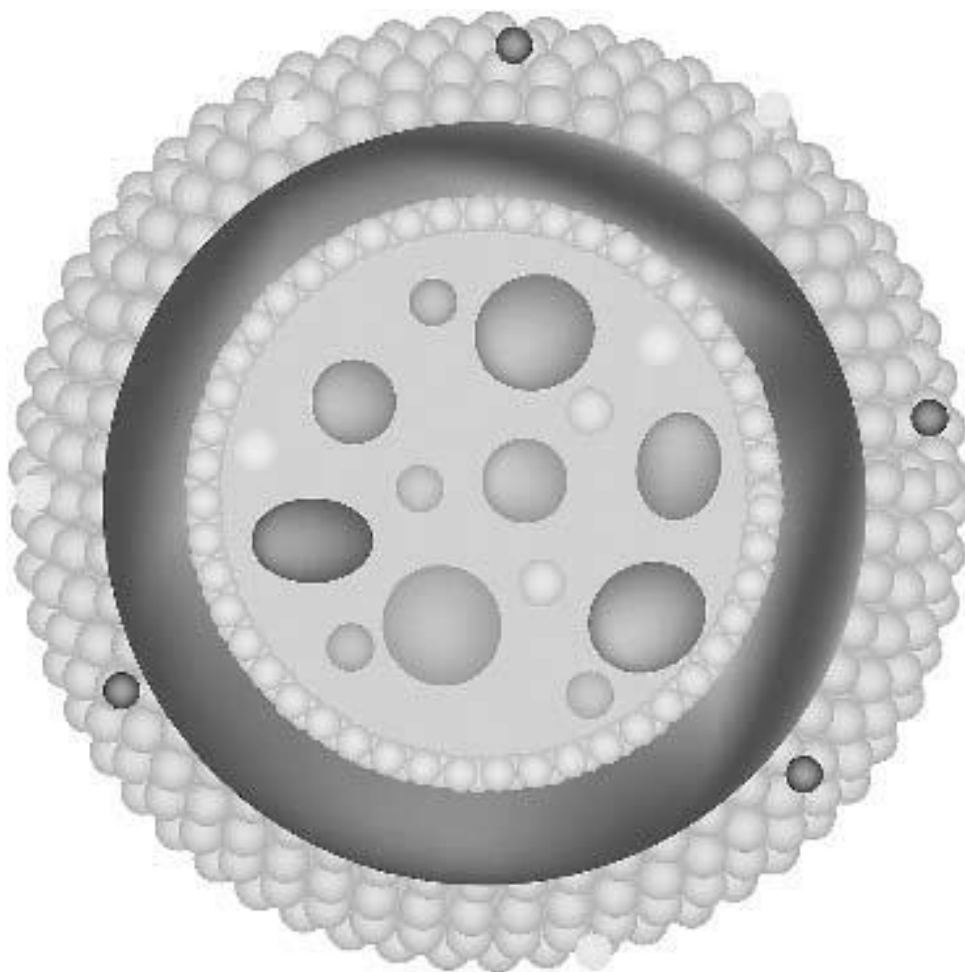
Эндоплазматическая сеть



Аппарат Гольджи



Вакуоль



Лизосома

ЭПС работает как конвейерная лента и получает готовые белки, собранные связанными рибосомами. Эти плоские и изогнутые мембраны помогают продуктам из ядра проникать глубоко в цитоплазму. Они поддерживают внутреннюю транспортировку и выведение таких белков, как антитела (используются в иммунной системе) и ферменты (ускоряют химические реакции). Не у всех ЭПС есть связанные рибосомы. ЭПС, которые не содержат рибосом, называют гладкими. Они производят компоненты жиров, а также гормоны и химические ионы, запускающие реакции.

Аппарат Гольджи

Было бы настоящим упущением не рассказать о том, как клеточные продукты связываются и упаковываются для использования внутри и вне клетки. Стопки мембран, более известных как диктиосомы, или аппарат Гольджи, были названы в честь итальянского биолога Камилло Гольджи (1843–1926 гг.). Эти органеллы отвечают за двустороннюю транспортировку веществ и добавляют финальные штрихи белкам из ЭПС перед тем, как упаковать их в маленькие мембраносвязанные везикулы (пузырьки).

Вакуоль

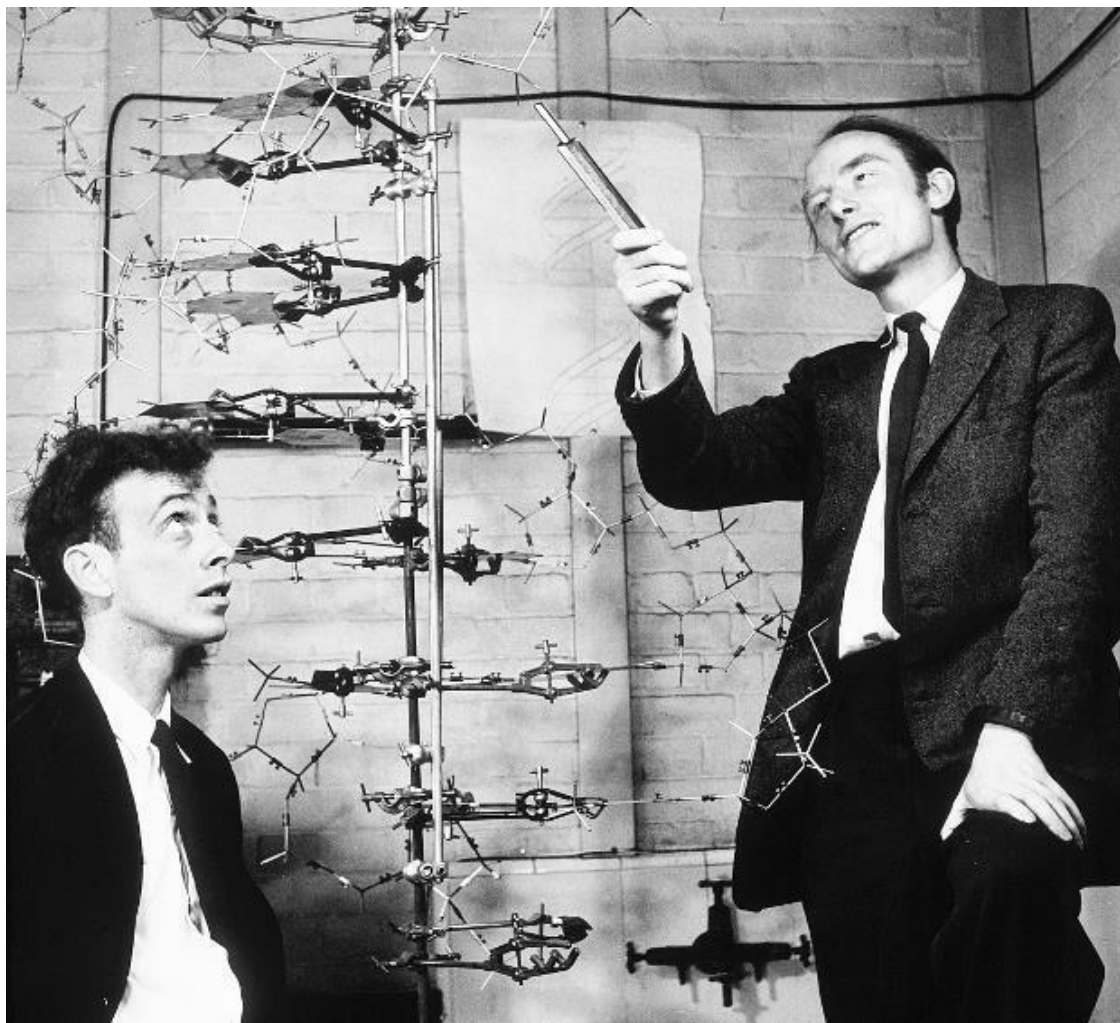
Эти крупные и заполненные жидкостью пузырьки служат плавающими контейнерами для хранения нужных клеткам веществ (питания и ферментов) либо специально изолированных субстанций.

Лизосома

В клетке проходит множество процессов, поэтому она должна тщательно следить за внутренним порядком. К счастью, в каждой клетке есть собственный центр переработки – лизосомы. Вам бы точно не захотелось очутиться внутри лизосом: они заполнены ферментами, которые перерабатывают и переваривают изношенные компоненты клетки, а также воздействуют на инвазивные инородные тела и саму клетку (если она повреждена и не подлежит восстановлению).

ДНК: все дело в основе

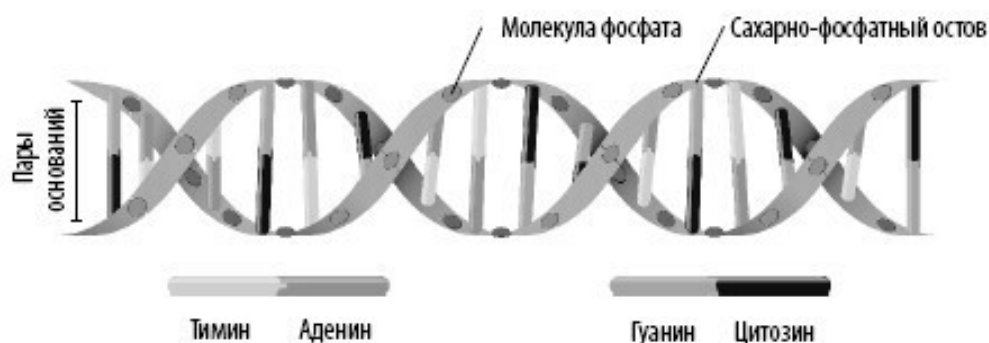
Клетки создают белки, а схему для их сборки берут напрямую из самих генов в ядре. Эти упорядоченные последовательности биологических данных, которые мы наследуем от родителей, влияют на работу организма. Все, начиная с нашего внешнего вида и заканчивая тем, как мы перевариваем пищу, представлено в виде инструкций, которые закодированы в основных единицах наследственности – удивительных молекулах ДНК.



Лауреаты Нобелевской премии Джеймс Уотсон (слева) и Фрэнсис Крик (справа) вывели молекулярную структуру ДНК на базе работ рентгеновских кристаллографов Мориса Уилкинса и Розалинд Франклин.

Было бы настоящим кощунством описать структуру ДНК и не упомянуть Джеймса Уотсона (род. в 1928 г.) и Фрэнсиса Крика (1916–2004 гг.). В 1953 году эти кембриджские выпускники смогли определить молекулярную структуру ДНК. Говоря простым языком, структура молекулы похожа на винтовую лестницу, которую вертикально разрезали на две равные части. Обе части, или полотна лестницы, состоят из двух последовательно расположенных соединений: фосфатной группы и молекулы сахара, известной как дезоксирибоза. Это и есть основа ДНК. Под углом в 90 градусов к каждой связанной молекуле сахара одного полотна прикрепляется органическая молекула – углеродное основание, формирующее одну половину ступени.

Эти основания бывают разных типов: А (аденин), Ц (цитозин), Г (гуанин) и Т (тимин). Порядок их расположения является ключом к расшифровке генетического кода.



Каждое основание в двойной спирали ДНК связывается с сахарной частью сахаро-фосфатного остова и комплементарной парой с помощью слабых водородных связей

Если совместить два этих полотна и объединить их углеродные основания с помощью слабых водородных связей, то образуются подвесные ступени, или пары оснований. (Водородная связь представляет собой особый тип силы, или притяжения, между атомом водорода и каким-то другим атомом.) Для конечной «подгонки» нужно соединить основания одной ступени с правильными (комплементарными) основаниями другой. В молекуле ДНК А связывается только с Т, а Г – только с Ц. Далее лестница закручивается в спираль – и вуаля! – у вас получилась модель ДНК.

К чему этот поворот?

Не очень приятно думать, что мы обязаны всем одной цепочке молекул, скрученной как зефирная трубочка. Но давайте разберемся. В этой конструкции скрыто гениальное преимущество. Считается, что витки спирали защищают основания от деструктивных взаимодействий и поддерживают суперспирализацию ДНК в плотно упакованных хромосомах (см. параграф «Свертывание в хромосомы», стр. 34–35). Именно поэтому такие молекулы могут втиснуть 6 миллионов пар оснований в одну клетку. ДНК-основания гидрофобны, то есть не переносят воду, а наши клетки во многом состоят именно из нее. Поэтому можно с уверенностью предположить, что перекрученная структура молекулы обеспечивает максимальную защиту ее самых чувствительных областей.

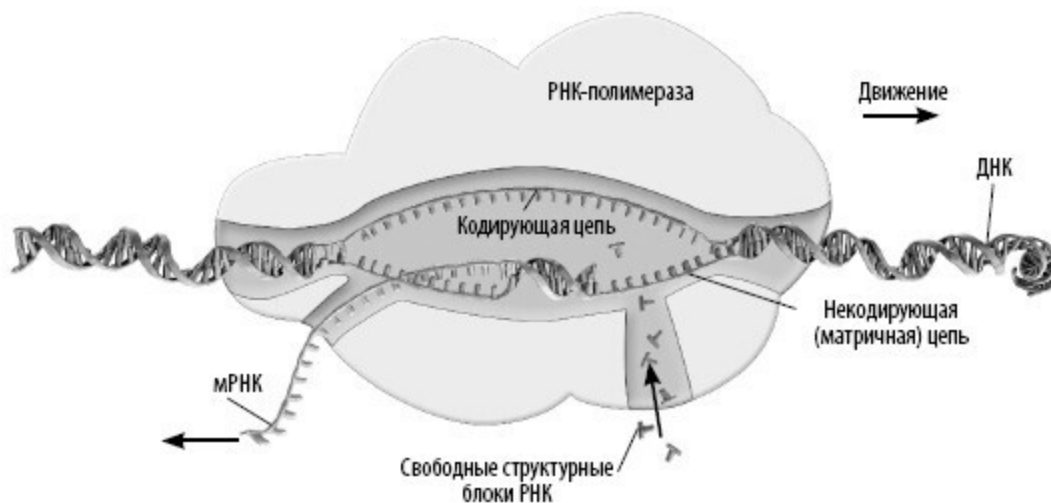
Производство белков

Белки – это длинные молекулы, состоящие из цепочек одной или нескольких аминокислот. Порядок расположения аминокислот определяется последовательностями оснований в конкретной части ДНК. Белки необходимы для создания и работы всех клеток, тканей и органов человека. Но каким образом ДНК из двойной спирали переходит к созданию белков? Недостающим звеном процесса является рибонуклеиновая кислота (РНК).

ДНК и РНК очень похожи. С той лишь разницей, что РНК – это одиночная цепочка, а ее сахарный компонент состоит из рибозы (не «дезокси-», поскольку в данном случае он не пропускает атом кислорода). В отличие от ДНК, РНК связывает аденин (А) не с тимин (Т), а с урацилом (У). Существует теория, согласно которой в ходе эволюции ДНК променяла свой урацил на тимин, поскольку последний создает более прочные структуры, через которые не могут пройти опасные частицы. Очевидно, что таким образом дальновидная ДНК изобрела куда более безопасный способ для хранения генетической информации.

Транскрипция

Как только ген включается для производства белка, или экспрессируется, определенная часть ДНК, кодирующая этот ген, раскручивается и начинает постепенно распаковываться. При этом молекула передает свои основания в белок под названием «РНК-полимераза». Этот фермент транскрибирует код из одной цепочки ДНК, совмещая последовательные блоки из фосфатной группы, рибозу (сахар) и присоединяемое основание (все вместе это называется рибонуклеотидом). Кроме того, РНК-полимераза следит за комплементарностью пар оснований по правилу Г – Ц и А – У. В результате образуется особая молекула РНК – матричная РНК (мРНК), а сам процесс называют транскрипцией.

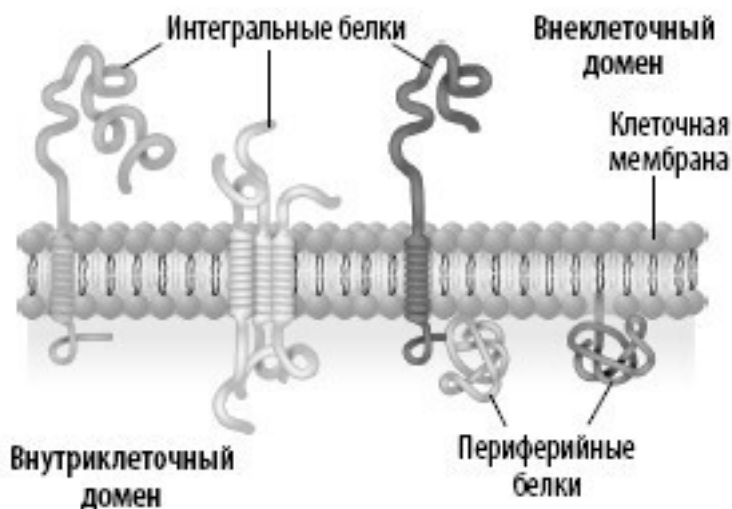


Одна цепочка ДНК служит матрицей для транскрипции. Новообразованная молекула мРНК превращается в шаблон для связывания аминокислот при производстве белков.

Очевидно, что перемещать внутри клетки копии кода, а не священную ДНК, – в разы безопаснее. Завершив транскрипцию, мРНК выходит из ядра через пору мембраны и попадает в цитоплазму. Там она вступает во взаимодействие с рибосомами и продолжает процесс трансляции кода в аминокислоты.

Новые белки

Новые белки могут использоваться внутри клетки или готовиться для экспорта во вне. Ферменты ускоряют химические реакции, поэтому такие белки используются и внутри, и вне клетки. К внутриклеточным белкам относятся рецепторы, которые внедряются в наружную мембрану. Они преобразуют внешние сигналы во внутриклеточные действия. Мембранные белки можно сравнить со светофорами, регулирующими движение молекул на клеточной мембране.



Мембранные белки, характерные для клеточной мембраны, называются интегральными. Их функции зависят от их структуры.

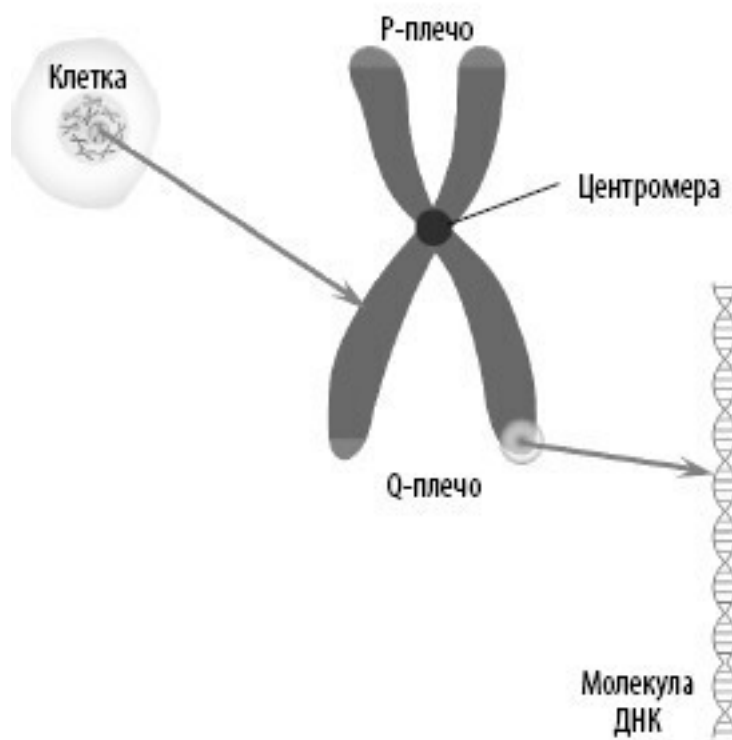
Свертывание в хромосомы

Хромосомы – это ДНК, которая плотно обмотана вокруг своеобразных «катушек» – белков, называемых гистонами. Все наши клетки, кроме половых, содержат по 23 пары (или 46 единиц) хромосом, что называют диплоидным числом хромосом. Один набор берется от отца, а другой наследуется от матери. ДНК сворачивается в хромосомы, только когда клетка готовится к делению. И именно в этот момент хромосомы можно увидеть под микроскопом. Если бы ДНК не превращалась в хромосомы, то при делении клетки превращались бы в запутанные клубки.



В процессе репликации ДНК геликаза разделяет цепочки, а праймаза создает праймер, который указывает ДНК-полимеразе, с чего начинать копирование.

Перед тем как начать делиться, клетка должна реплицировать свою ДНК. А для упрощения процесса необходимо раскрутить спираль ДНК. Основная задача состоит в том, чтобы создать две копии одного и того же генетического материала. Тогда одна из копий будет передаваться из родительской клетки новым потомкам. Этот процесс регулируется ферментом – ДНК-полимеразой, которому помогают и другие белки. Например, ДНК-геликаза раскручивает спираль.



Короткое плечо хромосомы называют Р-плечом, а длинное – Q-плечом.

Крайне важно, чтобы эти новые «комплементарные» цепочки ДНК копировались правильно. Поэтому, перед тем как новая ДНК будет закручена в двойную спираль, произойдет ее коррекция. Сформировавшаяся цепочка ДНК получается гибридной: одна ее половина – новая, а вторая является частью матричной цепи. По сравнению с объединением двух совершенно новых цепей, такая схема дает более точный результат.

Форма хромосом

Две копии ДНК, или сестринские хроматиды, сближаются и склеиваются в корсетоподобной перетяжке – центромере. Она разделяет хромосому на две части, или плеча. Каждую хромосому образует своя двойная спираль с собственным набором связанных генов.

Пары хромосом

Наша ДНК кодирует от 20 000 до 25 000 генов, в каждом из которых содержатся инструкции по созданию белков. Полный набор генов, или геном, распределяется между 23 парами хромосом, но неоднородно. Самой длинной является первая пара хромосом (в ней содержится около 2100 генов). Давайте сравним ее с последней парой (23), определяющей пол. Самая крупная из пар половых хромосом называется X-хромосомой; меньшая по размеру – это Y-хромосома. (Эти термины не имеют ничего общего с формами хромосом.) Те, кто наследуют две копии X-хромосомы, развиваются в особи женского пола. Получившие XY-набор хромосом превращаются в особи мужского пола. У мужчин Y-хромосома, унаследованная от отца, короче материнской

Х-хромосомы. Это объясняется тем, что вместо 800 генов в ней содержится лишь 50–70 единиц.

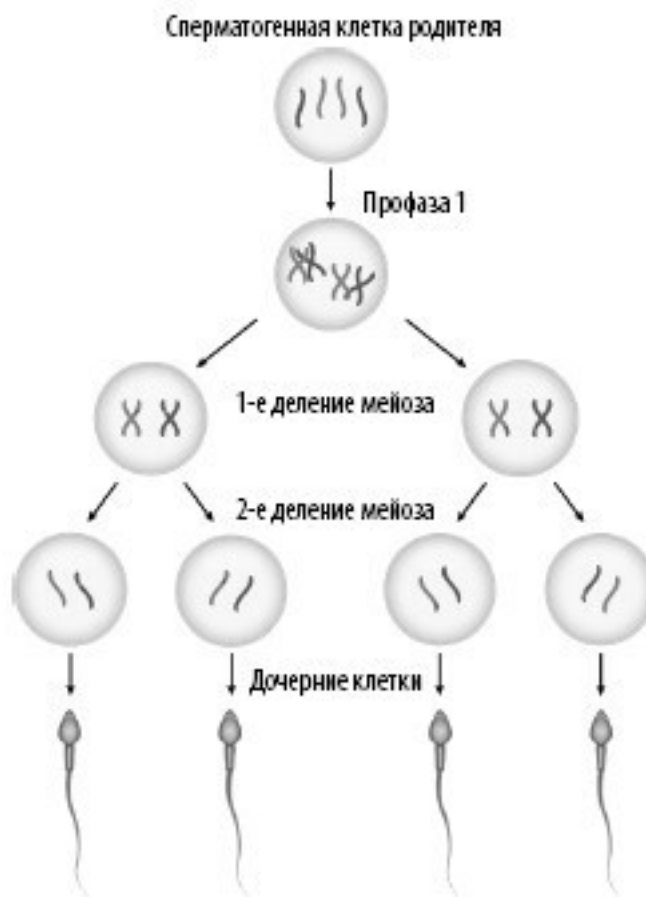
Деление клетки

Чтобы заменять мертвые или поврежденные структуры, клеткам нужно делиться. Кроме того, деление необходимо для роста и создания половых клеток, которые «собирают» нас из оплодотворенного яйца и превращают во взрослого человека. Деление клеток является сложным процессом, который подчиняется строгим правилам. Невыполнение этих правил может не только нести катастрофические последствия отдельной клетке, но и поставить под удар сам факт нашего существования.

В зависимости от сообщений, получаемых клеткой, она может находиться в состоянии покоя и выполнять свои обычные задачи, либо переходить в фазу активного деления. Часть клеточного цикла, предшествующая непосредственному делению, называют интерфазой. Во время этой фазы клетка увеличивается в размере, удваивает количество органелл, реплицирует ДНК и готовится к делению. Далее, в зависимости от типа клетки, она будет делиться с помощью митоза или мейоза.

Мейоз

Для полового размножения характерен тип деления клетки под названием «мейоз», при котором образуются сперматозоиды и яйцеклетки. Мейоз создает четыре неидентичные дочерние клетки, каждая из которых содержит половину хромосомного набора родителя (гаплоидное число хромосом). Это происходит, потому что клетка делится дважды. В отличие от митоза, дочерние клетки в данном случае генетически отличаются друг от друга и от клеток родителей.



Перед 1-м делением мейоза сперматоцит (будущий сперматозоид) проходит через интерфазу. Затем начинается первая фаза – профаза I, в ходе которой гомологические пары хромосом обмениваются генетическим материалом. У яйцеклеток 2-е деление мейоза завершается при оплодотворении.

Митоз

В результате митоза образуются две идентичные дочерние клетки, каждая из которых содержит то же диплоидное число хромосом, что и родительская клетка. Клетка делится один раз, но хромосомы исполняют причудливый четырехфазный танец.

Профаза.

На первом этапе деления, называемом профазой, растворяется ядерная оболочка и конденсируются сестринские хроматиды. Хроматиды сходятся на центромере, чтобы затем объединиться с парами хроматид, унаследованных от другого родителя.

Метафаза.

Все хромосомы сходятся на экваторе (в центре). Им помогают канатоподобные белки, или микротрубочки, которые связывают между собой центромеры каждой хромосомы. Сами же микротрубочки прикрепляются к

лебедкообразной перетяжке – centrosome, которая располагает их в нужном порядке.

Анафаза.

Центросома катализирует следующую фазу – анафазу, в которой сестринские хроматиды расходятся к противоположным полюсам клетки.

Телофаза.

Вокруг новообразованных хроматид вновь формируется ядерная оболочка, а цитоплазма разделяется на две части.

Цитокинез.

В процессе цитокинеза клетка окончательно расщепляется на две части и «оборачивается» в клеточную мембрану.

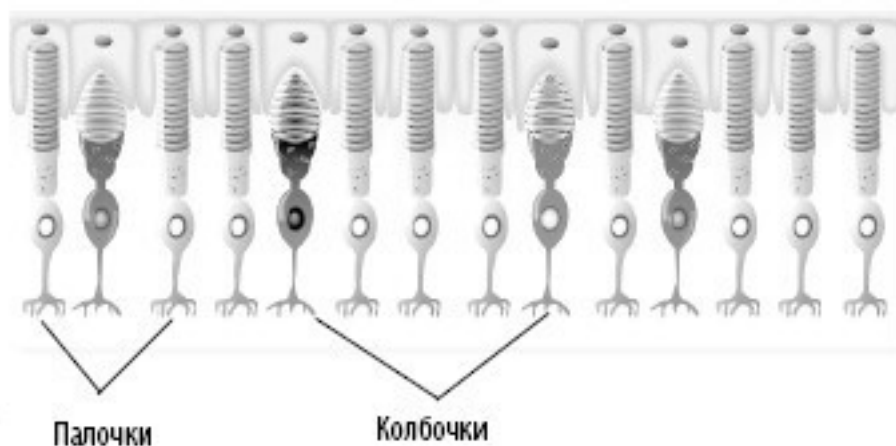


Многообразие клеток

Клетки в организме трудятся на благо своего хозяина, то есть нас. Эта внутренняя рабочая сила с различным опытом, компетенциями и ролями позволяет создавать более крепкую и динамичную структуру. Именно поэтому мы не похожи на гигантскую амёбу или пласт однообразных клеток. По последним данным, в нас «живёт» порядка 206 различных типов клеток, каждая из которых по-своему выполняет нужные команды. Давайте познакомимся с некоторыми из этих типов.

Фоторецепторы

Фоторецепторы – это клетки сетчатки, расположенной на задней стенке глаза. Они содержат светочувствительные пигменты, которые отвечают за реакцию на входящий свет, благодаря чему мы можем видеть. Эти уникальные клетки созданы для преобразования картинки, попадающей в глаз, в нервный импульс, который наш мозг интерпретирует как визуальный образ. Существует два типа фоторецепторов: палочки улавливают свет, темноту и движение, а колбочки отвечают за восприятие цвета.



Палочки и колбочки заселяют наружные слои тонкой ткани специализированных клеток, которые называются сетчаткой. Палочки более многочисленны, особенно на краях сетчатки. В центре сетчатки больше колбочек.



Вдоль кишечника и дыхательных путей располагаются бокаловидные клетки. Они содержат множество секреторных пузырьков, которые вырабатывают защитное вещество – слизь.

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.