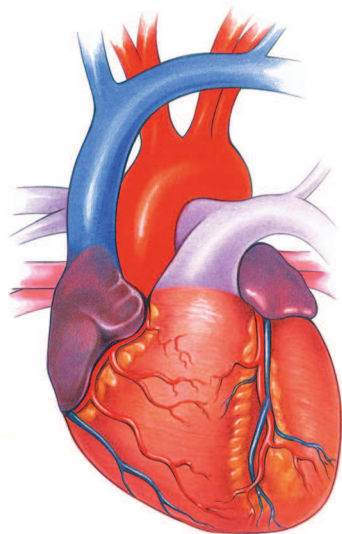
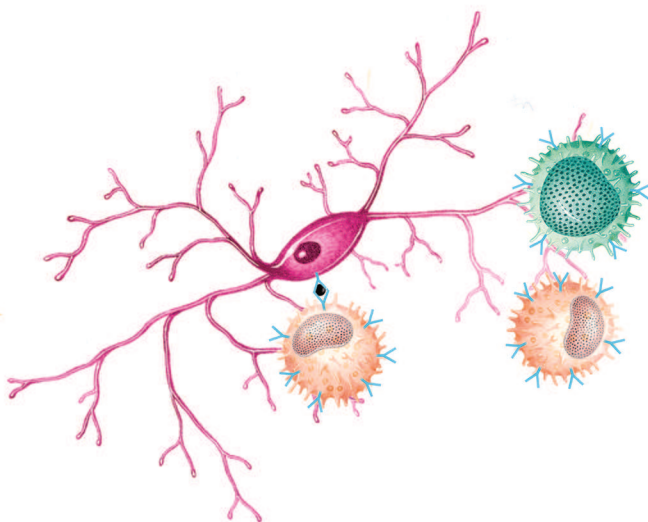


ИЛЬЯ ЕГОРОВ, д. м. н., лучший медицинский лектор России*

АНАТОМИЯ для школьников

Пособие для учеников химико-биологических классов
и абитуриентов естественно-научных направлений




МЕДПРОФ
Москва

УДК 373.5:611
ББК 28.706я721
Е30

ANATOMY CHARTS

Copyright © Anejo Health Communications

EKSMO (Russia) exclusive licensee in Russia, Belorussia and Kazakhstan.

Во внутреннем оформлении использованы иллюстрации:

A7880S, Akarat Phasura, Aldona Griskeviciene, Alexander_P, Alila Medical Media, anaviillu, Anshuman Rath, Arif's_Creation, Artemida-psy, autumn, AVA Bitter, AZ Septian, BlueRingMedia, brgfx, CLOUD-WALKER, Dee-sign, Designer things, Designua, DiBtv, Drp8, Ereny Emil Fayez, graphixmania, grayjay, inspiring.team, Katakari, LDarin, lemono, Lio putra, logika600, lonesomebunny, Look_Studio, Macrovector, Maria_Domnikova, medicalstocks, Medvedeva Irina, Mosterpiece, Motortion Films, Mrs_Bazilio, N.Vinoth Narasingam, Nandalal Sarkar, Olga Bolbot, Olha Pohrebnyak, Pepermpron, Peter Hermes Furian, Ph-HY, Pikovit, PlutusART, rob9000, ScientificStock, Seemly Fluffy, ShadeDesign, slavantonov, solar22, sr-art studio, StockSmartStart, Studio_G, Summer_candy, Takoyaki Tech, Tatiana Vizir, Tatsiana M, Twinkle picture, VectorMine, Victor Brave, Viktoria Sokolova, Vinichenko Ihor, WinWin artlab, YG Studio, yusuf_demirci / Shutterstock / FOTODOM
Используется по лицензии от Shutterstock / FOTODOM

Егоров, Илья Вадимович.

Е30 **Анатомия для школьников : пособие для учеников химико-биологических классов и абитуриентов естественно-научных направлений / Илья Егоров. — Москва : Эксмо, 2026. — 304 с. : цв. ил. — (Наглядные пособия. Учебник).**

ISBN 978-5-04-220906-2

Учебное пособие предназначено для учащихся медицинских и химико-биологических классов и направлено на углубление знаний в области анатомии и физиологии человека. Оно содержит подробные цветные иллюстрации из всемирно известных анатомических таблиц и позволяет быстро освоить углубленный курс анатомии и физиологии человека. Классическое описание анатомических структур дополнено интересными фактами о болезнях и патологических состояниях человека.

УДК 373.5:611
ББК 28.706я721

ISBN 978-5-04-220906-2

© Егоров И.В., текст, 2025
© ООО «Издательство «Эксмо», 2026



Содержание

Предисловие	6
Глава I. От клетки к организму	7
Строение клетки	7
Жизнедеятельность клетки	12
Ткани	17
Органы. Системы органов. Организм	24
Глава II. Нервная регуляция жизнедеятельности организма	28
Принципы строения и функционирования нервной системы	28
Рефлекс. Рефлекторная дуга. Безусловный рефлекс	33
Свойства центральной нервной системы. Спинной мозг	38
Головной мозг	44
Глава III.	
Гуморальная регуляция жизнедеятельности организма	53
Принципы гуморальной регуляции	53
Строение и функции эндокринных желез	59
Глава IV. Кровь	66
Внутренняя среда организма	66
Строение и значение крови	72
Свертывающая система крови. Группы крови	78
Учение об иммунитете	84
Глава V. Сердечно-сосудистая система и кровообращение	91
Строение и функции сердца	91
Строение и функции сосудистой системы	98
Основные характеристики кровообращения	106

Факторы здоровья сердечно-сосудистой системы.....	112
Первая помощь при кровотечениях.....	112
Глава VI. Дыхательная система и газообмен	117
Анатомия и физиология дыхательных путей	117
Анатомия и физиология легких	124
Внешнее и тканевое дыхание	131
Факторы здоровья дыхательной системы. Первая помощь при нарушении дыхания.....	135
Глава VII. Система органов пищеварения	140
Общие данные.	140
Пищеварение в ротовой полости	140
Пищеварение в желудке	149
Печень. Поджелудочная железа. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке	155
Тонкая и толстая кишки. Пищеварение в кишечнике	160
Факторы здоровья пищеварительной системы.....	167
Глава VIII. Обмен веществ и энергия	171
Значение и виды обмена веществ.....	171
Витамины	175
Глава IX. Система органов выделения	182
Строение мочевой системы	182
Физиология мочевой системы.....	186
Глава X. Индивидуальное развитие организма.....	191
Половая система человека.....	191
Развитие организма до и после рождения	197
Глава XI. Опорно-двигательная система	203
Развитие, строение и соединения костей	203
Скелет человека	208
Мышечная система человека.....	215

Глава XII. Покровы тела	224
Строение кожи и ее производных	224
Терморегуляция. Значение кожи	229
Уход за кожей. Нарушения терморегуляции	233
Глава XIII. Органы чувств	240
Строение органа зрения	240
Зрительное восприятие	245
Орган слуха	248
Вкусовой и обонятельный анализаторы. Кожно-мышечное чувство	252
Глава XIV. Психическая деятельность человека	257
Психологическая наука. Понятие о психике. Сознание человека	257
От ощущений и восприятия к наблюдению.....	261
Внимание и память	265
Воображение. Сон и сновидения.....	271
Речь и общение	276
Мышление как высшая форма отражения действительности ...	280
Чувства и эмоции человека.....	283
Деятельность и поведение	287
Воля человека.....	291
Алфавитный указатель	297

Предисловие

Эта книга — не совсем обычная анатомия. Она не просто расскажет, где у человека находится сердце или сколько костей в скелете. Перед вами попытка увидеть человеческое тело глазами врача, для которого каждый орган и каждая клетка не просто объект изучения, а часть живой, действующей системы. Здесь анатомия становится основой для понимания того, почему человек болеет и как устроено его здоровье.

Изучая устройство тела, мы будем время от времени заглядывать глубже — к клеткам, тканям, физиологическим процессам, которые обеспечивают жизнь. Мы поговорим о том, что происходит, когда эти процессы нарушаются, и как врач, опираясь на знание анатомии, может понять причину болезни и помочь организму восстановить равновесие.

Такой подход делает анатомию не сухим перечнем терминов, а первым шагом в профессию врача, в мир медицинского мышления. Мы надеемся, что эта книга окажется особенно интересной учащимся школ химико-биологического профиля — тем, кто уже видит свое будущее в медицине или науках о природе. Но и для всех, кто просто хочет лучше понимать собственное тело, она может стать возможностью заново открыть в себе удивительно сложный и прекрасный организм, созданный природой.



ОТ КЛЕТКИ К ОРГАНИЗМУ

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

История открытия. Важной особенностью живых организмов является их клеточное строение. Это положение незыблемо, начиная от хламидомонады или амебы, жизнь которых, по сути, является функционированием одной независимой самостоятельной клетки, до вымерших миллионы лет назад древовидных папоротников и брахиозавров, микроскопические клетки которых строили многотонные тела гигантов. Поэтому и основные биологические свойства организмов, в частности человеческого, произрастают из способностей составляющих их клеток или отдельных их групп. Это касается возможности движения, роста, размножения и других форм деятельности.

Изучение клеток началось с 1663 г., когда голландским натуралистом и изобретателем Антони ван Левенгуком был изобретен микроскоп. Чуть позже крупнейший английский естествоиспытатель Роберт Гук рассказывал членам Лондонского Королевского общества, что пробка винной бутылки состоит из крошечных одинаковых прямоугольных камер, как бы из клеточек. Упомянув «клеточки», ученый вкладывал в это слово тот смысл, который мы бы вложили в упоминание тетради в клеточку или жилища для птицы в зоомагазине. Но сравнение обнаруженных им биологических образований с клеточками прочно вошло в язык науки. Сам же Левенгук с помощью своего примитивного микроскопа описал много других видов клеток, причем, в отличие от клеток пробкового дерева, живых. Одним



Рис. 1. Антони ван Левенгук

из первых его сенсационных открытий стало сообщение о том, что в капельке перцовой воды, простоявшей несколько дней в его кабинете, живет огромное количество каких-то «зверушек».

С этого времени и началось развитие двух новых наук — цитологии (от греч. *κύτος* — ‘клетка’), занимающейся изучением строения и функций клеток, и микробиологии, изучающей жизнь и поведение микробов.

Строение клетки. Возможностей светового микроскопа, которым пользуетесь вы на уроках, хватает, чтобы хорошо рассмотреть лишь внешние характеристики клеток, поскольку он увеличивает объекты примерно в три тысячи раз. По форме клетки могут быть отростчатыми (ретикулоциты — клетки костного мозга) или напоминающими цветы (меланоциты — клетки родинок), могут иметь правильную геометрическую форму (некоторые виды эпителия, эритроциты), могут нести на себе подвижные ворсинки (каемчатый эпителий кишки и почек) или жгутики (сперматозоиды). Несложно изучить и способы контакта клеток между собой: одни аккуратно прикасаются друг к другу (нейроны мозга), другие «уложены» плотными рядами (эмалевые призмы зуба, палочки и колбочки сетчатки глаза), третьи как будто беспорядочно переплетены (сердечные мышечные клетки) между собой или перемешаны (клетки предстательной железы). Через обычный микроскоп легко точно определить размеры клеток. Например, крупную яйцеклетку, наполненную питательными веществами, защищают и питают мелкие многочисленные клеточки ее похужей на пузырек оболочки. Все эти три внешние характеристики определяются функциями органов, которые состоят из этих клеток.

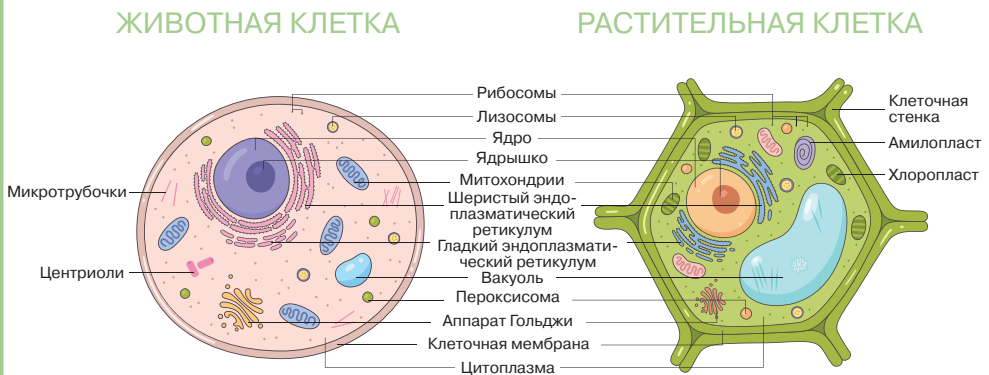


Рис. 2. Строение растительной и животной клетки

Электронный микроскоп, в котором вместо света используется поток электронов, увеличивает рассматриваемые структуры в сотни тысяч раз. При этом становится отчетливо видно внутреннее строение клетки, ее отдельные органы — органоиды (или органеллы, что одно и то же).

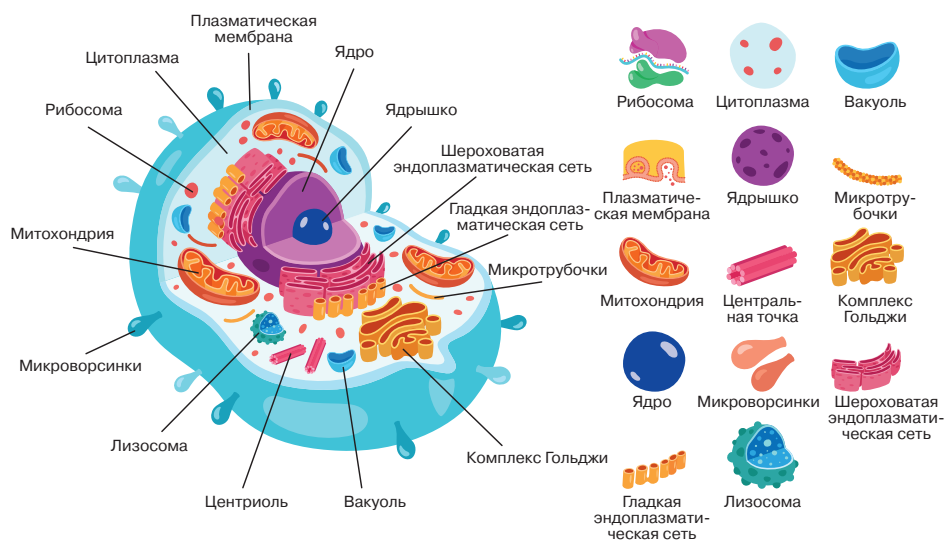


Рис. 3. Строение человеческой клетки

Клетки отделены друг от друга межклеточным веществом, поставляющим в них питательные вещества и забирающим отработанные шлаки.

Окружена клетка мембраной, главной функцией которой является осуществление обмена веществ между содержимым клетки и межклеточным веществом. Мембрана устроена очень сложно и способна впускать внутрь одни вещества в обмен на другие, воспринимать и передавать дальше электрические импульсы, бережно охранять постоянство «внутреннего мира» клетки от внешних влияний. Она состоит из двух связанных между собой слоев фосфолипидов.

Заполнена клетка полужидкой вязкой цитоплазмой. Ее уникальный химический состав рассмотрим ниже.

Самый крупный органоид клетки — ядро. Чаще округлое, но иногда принимающее причудливые формы (сегментарное или грибовидное — у клеток крови, спирально закрученное — у сократившейся мышечной клетки), оно, так же как и сама клетка, окружено мембраной с крупными порами. В ядре заключена вся жизненная информация об этой клетке, о ее генетической системе (в виде генов — коротких многочисленных фрагментов тончайших хроматиновых нитей). Незадолго перед клеточным делением эти нити начинают уплотняться, стягиваться и превращаются

в хромосомы. В клетках человеческого тела содержится по 46 хромосом определенной формы. Когда деление клетки заканчивается, ядро вновь заполняется клубком хроматиновых нитей.

Органоиды, отвечающие за теплоснабжение в клетке, — митохондрии. Они окружены двумя слоями мембраны, каждый из которых отвечает за свой этап выработки энергии. В митохондриях энергия накапливается в особых химических молекулах аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), а при необходимости передается в цитоплазму для обеспечения работы клетки. Чем активнее работает клетка, тем больше в ней митохондрий. Например, их огромное количество заложено в жировых клетках пухлых щечек грудных детей, для которых частое сосание молока — основа жизни.



Рис. 4. Митохондрия

При помощи сложной и хорошо организованной системы канальцев (эндоплазматическая сеть и аппарат Гольджи) происходит передвижение веществ по цитоплазме и устанавливается связь между органоидами.

Одной из самых тяжелых болезней человека является системная красная волчанка, когда иммунная система будто сходит с ума: она начинает образовывать антитела против клеток своего собственного хозяина (см. рис. 5). Причем не просто клеток, а отдельных органоидов!

И вот мы определяем у таких пациентов антиядерные антитела, антимиохондриальные антитела, антифосфолипидные антитела. Фактически происходит какое-то тотальное саморазрушение, в которое вовлекаются почки, головной и спинной мозг, сосуды, сердце и другие органы.

Раньше спасения от системной красной волчанки не было. Но сегодня появились возможности подавления неконтролируемой аутоиммунной агрессии. Этим занимаются врачи-ревматологи.

Отдельные участки этой системы отвечают за разные функции: где-то простые молекулы собираются в сложные, где-то упаковываются готовые к выносу из клетки продукты, где-то распознаются и утилизируются отходы жизнедеятельности клетки.

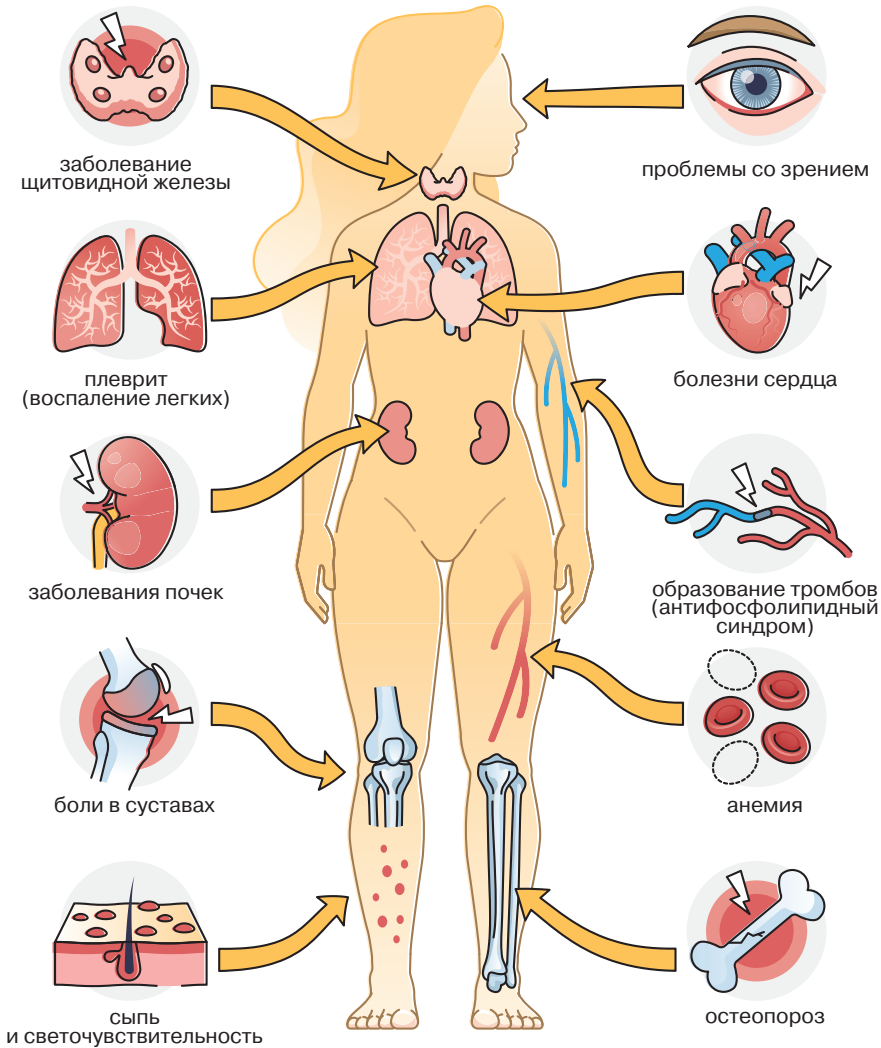


Рис. 5. Симптомы системной красной волчанки

Существование клетки и всего организма в целом зависит от того, насколько эффективно образуются белки. Поэтому в определенных канальцах эндоплазматической сети активно функционируют рибосомы — плотные тельца, способные, считывая информацию с генов, создавать длинные аминокислотные (то есть белковые) цепочки. А от канальцев

аппарата Гольджи постоянно отпочковываются лизосомы — крошечные мембранные пузырьки, наполненные пищеварительным соком.

Два крестообразно сложенных цилиндра рядом с ядром образуют клеточный центр. Во время деления клетки цилиндры (центриоли) отделяются друг от друга, расходятся в противоположные концы и «растягивают» между собой нити веретена деления, по которым разойдутся хромосомы в две дочерние клетки.

ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КЛЕТКИ

Химический состав клетки. В состав живой клетки входит множество химических соединений неорганической и органической природы.

К неорганическим веществам клетки относятся вода и соли. На 80% цитоплазма состоит из воды. Она необходима для растворения большинства химических соединений, находящихся в организме. При участии воды и минеральных солей происходят важнейшие физико-химические процессы в клетках и тканях. Переработка различных питательных веществ и выделение продуктов их распада возможны только при достаточном количестве воды в организме. Основными минеральными солями являются хлорид натрия, фосфаты, карбонаты и некоторые другие. Надо заметить, в клетке представлены многие атомы из периодической системы Д. И. Менделеева. Их, в зависимости от концентрации в цитоплазме, подразделяют на макроэлементы (кислород, водород, азот, углерод, натрий, калий, хлор), микроэлементы (марганец, цинк, железо, сера, йод) и ультрамикроэлементы (золото, селен, кадмий и некоторые другие). Все они играют свою особую роль в функционировании клетки, участвуя в создании жизненно важных органических соединений.

Оставшиеся 20% массы живой человеческой клетки представлены органическими веществами, среди которых наибольшее значение имеют белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты.

В состав белков, кроме трех перечисленных химических элементов, входят азот, сера и фосфор. Будучи достаточно крупными молекулами, белки представляют собой длинные аминокислотные цепи, скрученные в своеобразные клубки. Функций у них множество. Во-первых, они служат «кирпичиками» в построении практически всех клеточных структур, участвуя в формировании цитоплазмы, органоидов, мембран клетки и ядра. Во-вторых, биохимические реакции в клетке происходили бы чрезвычайно медленно, если бы не было ферментов — особых белковых соединений, способных ускорять химические взаимодействия в сотни миллионов

Видов нарушения белкового обмена очень много (от легко поправимых до совершенно фатальных). Быть может, вам случалось видеть фотографии маленьких негритят с огромными раздутыми животами, худенькими ручками, торчащими скулами, опухшими ногами, ранками на коже и несчастными глазами? Заболевание это называется *квашиоркор* и связано с выраженным белковым голоданием у маленьких детей. В ряде районов Африки, Индии, Индонезии новорожденных рано отнимают от груди и приобщают к тамошней пище, практически не содержащей протеинов (мучные каши, маис, некоторые корни). В результате у этих малышей развивается тяжелейшая дистрофия с увеличением и дегенерацией печени, атрофируется поджелудочная железа, разрастается селезенка, возникают умственная отсталость, грубые изменения в миокарде, слонных железах, мышцах, коже. Подливают масла в огонь сопутствующие заболевания (малярия, глистные инвазии). Лечение детей возможно, но затруднено из-за высокой распространенности квашиоркора, местных предрассудков и частой непереносимости аборигенами используемых препаратов.

раз. В-третьих, белки являются переносчиками других веществ по крови и по цитоплазме (например, белковое вещество гемоглобин переносит кислород и углекислый газ, а белок трансферрин — запасы железа). В-четвертых, гормоны — важнейшие регуляторы жизнедеятельности организма — тоже вещества белковой природы. Наконец, в условиях недостатка энергии белки при распаде высвобождают 4,3 килокалории.

Основным **углеводом**, используемым животными клетками, является глюкоза. Это самое удобное для переработки соединение, из которого митохондрии извлекают энергию. Для головного мозга глюкоза — единственный источник энергии, поэтому накопление ее избытков в печени и мышцах в виде гликогена происходит при любой возможности. При распаде 1 г углеводов также освобождается 4,3 килокалории.

Жиры, как и углеводы, состоят из углерода, водорода и кислорода, но, в отличие от них, нерастворимы в воде. Различные жировые вещества по-разному участвуют в жизни организма: холестерин используется для образования некоторых гормонов, фосфолипиды строят клеточные мембраны, капли нейтрального жира служат запасным источником энергии в клетке (при полном расщеплении 1 г жира освобождается 9,1 килокалории).

В ядре клетки образуются **нуклеиновые кислоты** (от лат. *nucleus* — 'ядро'). Они состоят из кислорода, углерода, фосфора и водорода. Нуклеиновые кислоты бывают двух типов. Вся генетическая информация закодирована особым образом в самой большой из органических

молекул — в **дезоксирибонуклеиновой кислоте (ДНК)**. Именно из этих длинных молекул и состоят хроматиновые нити и хромосомы ядра. В них зашифрована структура всех белков организма, но сами белки не могут образовываться на основе одной лишь ДНК. Для этого необходима как бы зеркальная копия с ДНК, которая называется **рибонуклеиновой кислотой (РНК)**. Вот с нее-то как с образца при помощи рибосом и происходит создание характерных для этой клетки белков.

Очень интересным с научной точки зрения и вместе с тем драматическим с точки зрения человеческой жизни является такое понятие, как ферментопатия. Это большая группа болезней и патологических состояний, обусловленных недостатком или полным отсутствием синтеза в организме тех или иных ферментов. Выпадение функции фермента блокирует соответствующие биохимические реакции, а значит, приводит к нарушению обмена веществ. В результате болезненные отклонения будут связаны либо с дефицитом продуктов реакции, либо с накоплением субстратов. При этом в основе ферментопатии лежат мутации определенных генов, а сами ферментопатии оказываются основами нескольких сотен наследственных болезней человека.

Даже трудно перечислить те беды, в которые выливаются врожденные ферментопатии. Тяжелейшие повреждения скелета и сердечно-сосудистой системы (синдром Морфана), слабоумие (фенилкетонурия), повреждение почек (болезнь де Тони – Дебре – Фанкони), малокровие (анемия Фанкони) – это лишь начало длинного списка. К сожалению, пока врачи не нашли способов реально помочь таким пациентам.

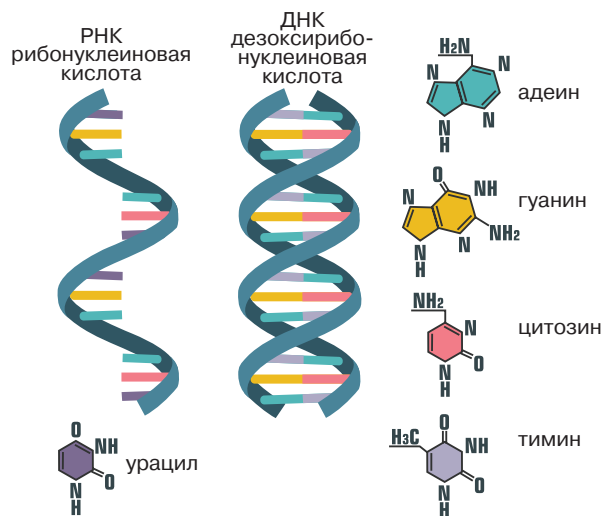


Рис. 6. Различия между ДНК и РНК

Жизненные процессы клетки. Питаясь и дыша воздухом, то есть вбирая что-то в себя, человек постоянно выделяет наружу отработанные продукты. Среди них кал, моча, пот, пар изо рта, углекислый газ. Это называется обменом веществ, разговор о котором впереди. А сейчас важно понять, что главными «действующими лицами» в этом процессе оказываются клетки. От их скоординированной работы зависит, сможет ли человек нормально взаимодействовать с внешней средой.

Для биосинтеза сложных органических соединений кровью от кишечника приносится к клеткам весь необходимый материал. Речь идет об аминокислотах, глюкозе, холестерине и т. д. От легких кровь приносит кислород, способный окислять, то есть приводить к распаду, сложные органические вещества с образованием простых соединений и большого количества тепла. При этом в кровь из клетки поступают углекислота, избытки воды, азотистые и другие шлаки, уносящиеся к почкам, коже и легким. Таким образом, белки, жиры и углеводы в клетке образуются, чтобы сыграть свою роль в функционировании самой клетки и организма в целом, и в ней же разрушаются, чтобы дать энергию для продолжения этого постоянного круговорота.

Для нормального осуществления внутриклеточного обмена веществ в клетке одновременно работают сотни **ферментов**. С их помощью ежедневно происходит удвоение генетического материала клеток, образование множества различных молекул, обезвреживание вредных соединений, подготовка клетки к делению, восприятие внешних стимулов и многое другое. Каждый фермент способен управлять строго определенной реакцией. Вступая в нее, он действует на одно вещество (оно называется субстратом реакции), способствуя преобразованию его в другое вещество (*продукт реакции*).

На клетку, находящуюся в состоянии относительного покоя, извне могут влиять различные воздействия: нервные импульсы, гормоны, ядовитые вещества, газы. Она не остается безучастной, а определенным образом реагирует на это. В зависимости от типа раздражителя клетка либо активизирует обмен веществ внутри себя, либо тормозит его, либо вовсе прекращает функционирование. Иногда и в самой клетке происходят события, требующие внутренней перестройки, например «стареющие» органоиды подвергаются перевариванию. Способность клетки так или иначе отвечать на внешние или внутренние раздражители получила название **возбудимости**, или раздражимости.

Одним из проявлений возбудимости является двигательная активность. Способность к ней закреплена генетически. Так, мышечные клетки при получении соответствующих импульсов способны сокращаться, а некоторые клетки крови активно перемещаются к микробам и разрушают их. При достижении определенных размеров и накоплении достаточного количества питательных веществ клетка становится способной к **делению**.