

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ

Билич Г.Л., Зигалова Е.Ю.



БОЛЬШОЙ
ПОПУЛЯРНЫЙ
АТЛАС

Более 300
наглядных схем
и рисунков



Москва
2020

УДК [611+612](084.4)
ББК 28.706я2+28.707.3я2
Б61

В оформлении переплета использованы фотографии:
adike / Shutterstock.com

Используется по лицензии от Shutterstock.com

Во внутреннем оформлении использованы фотографии и иллюстрации:

3drenderings, Africa Studio, Agnieszka Marcinska, Alex Mit, Alexander_P, Alila Medical Media, alphabe, ancroft, Andrea Danti, Andrii Vodolazhskyi, Andrjuss, Anna Hoychuk, Anna Kucherova, Antonio Guillem, Artemida-psy, baibaz, baranq, Ben Schonewille, Betsy Baranski, bikeriderlondon, Billion Photos, bitt24, Blamb, bluedog studio, BlueRingMedia, borzywoj, Claudio Stocco, Constantine Pankin, cristovao, Crystal Eye Studio, crystal light, Dancestrokes, decade3d - anatomy online, Designua, Diamond_Images, Digital Genetics, Drpixel, elenabsl, Eugenia Lucasenco, FabrikaSimf, Foxys Forest Manufacture, GANNA MARTYSHEVA, Goldenarts, GongTo, grynold, Halfpoint, higyou, Ilse Leijtens, Image Point Fr, iprachenko, Jacek Chabraszewski, Javier Regueiro, Jeff Cameron Collingwood, Jesada Sabai, Kateryna Kon, kotikoti, kurhan, kuzina, La Gorda, Larisa Blinova, Len44ik, lesyaskripak, LeventeGyori, Liderina, Ljupco Smokovski, Lotus Images, Lucky Business, Luis Molinero, Lukas Gojda, Magic mine, magnetix, Malivan_Iuliia, Maridav, maxpro, MedusArt, Mihail Maklakov, Mikhail_Kayl, Mitar Vidakovic, molekουλ_be, Monkey Business Images, Nataliia Zhekova, Nattika, Olga Yatsenko, Pakhnyushchy, petarg, phonrat, Photoroalyty, Potapov Alexander, Pressmaster, ptnphoto, rdonar, Roman Kosolapov, sciencepics, Sea Wave, Sebastian Kaulitzki, SFROLOV, Sheila Fitzgerald, somersault1824, Spreadthesign, Syda Productions, Tefi, Teguh Mujiono, Tiger Images, TijanaM, Timonina, Tom Wang, Tudor Catalin Gheorghe, udaix, Valentina Proskurina, Varts, Vasilyeva Larisa, Virinaflora, Volodymyr Baleha, Worraket, Yurkina Alexandra, Zero99, Zuzanae, Zvitaliy, pikselstock / Shutterstock.com

Используется по лицензии от Shutterstock.com

Билич, Габриэль Лазаревич.

Б61 **Анатомия и физиология: большой популярный атлас / Г. Л. Билич, Е. Ю. Зигалова. — Москва : Эксмо, 2020. — 272 с. : ил. — (Медицинский атлас).**

ISBN 978-5-699-93523-9

Сегодня существует огромный выбор атласов по анатомии и физиологии. Научные книги изобилуют терминами, мелкими непонятными рисунками, бесконечными подписями. Популярные издания, наоборот, часто бывают не точны в формулировках, что может привести к неправильному пониманию.

Атлас, который вы держите в руках, выбрал в себя все лучшее и от научного, и от популярного изданий — он достаточно точен в формулировках, вся информация в нем подготовлена и проверена уважаемыми учеными, но при этом в книге более 300 ярких понятных иллюстраций, удобная структура разворотов, ясные и четкие подписи к рисункам, простой живой язык изложения.

Чтобы разобраться в анатомии и физиологии, ответить на вопросы детей или понять врача в поликлинике, вам не нужно медицинское образование — достаточно этого атласа.

УДК [611+612](084.4)
ББК 28.706я2+28.707.3я2

ISBN 978-5-699-93523-9

© Билич Г.Л., 2017
© Зигалова Е.Ю., 2017
© ООО «Издательство «Эксмо», 2020

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Медицинский атлас

**Билич Габриэль Лазаревич
Зигалова Елена Юрьевна**

**АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ
БОЛЬШОЙ ПОПУЛЯРНЫЙ АТЛАС**

Директор редакции *Е. Капёв*
Руководитель направления *О. Шестова*
Ответственный редактор *О. Ключникова*
Художественный редактор *Е. Анисина*
Компьютерная верстка *О. Крайнова*

ООО «Издательство «Эксмо»

123308, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел.: 8 (495) 411-68-86.
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru
Өндіруші: «ЭКМО» АҚБ Баспасы, 123308, Мәскеу, Ресей, Зорге көшесі, 1 үй.
Тел.: 8 (495) 411-68-86.
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru
Тауар белгісі: «Эксмо»

Интернет-магазин : www.book24.ru

Интернет-магазин : www.book24.kz

Интернет-дүкен : www.book24.kz

Импортер в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы».
Қазақстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.
Дистрибьютор и представитель по приему претензий на продукцию,
в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»
Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды
қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС,
Алматы қ., Домбровский көш., 3«а», литер Б, офис 1.
Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.
Сертификация туралы ақпарат сайтта: www.eksmo.ru/certification

Оптовая торговля книгами «Эксмо»:

ООО «ТД «Эксмо». 123308, г. Москва, ул. Зорге, д. 1, многоканальный тел.: 411-50-74.
E-mail: reception@eksmo-sale.ru

По вопросам приобретения книг «Эксмо» зарубежными оптовыми
покупателями *обращаться в отдел зарубежных продаж ТД «Эксмо»*
E-mail: international@eksmo-sale.ru

*International Sales: International wholesale customers should contact
Foreign Sales Department of Trading House «Eksmo» for their orders.*
international@eksmo-sale.ru

По вопросам заказа книг корпоративным клиентам, в том числе в специальном
оформлении, *обращаться по тел.:* +7 (495) 411-68-59, доб. 2261.
E-mail: ivanova.ey@eksmo.ru

Оптовая торговля бумажно-беловыми
и канцелярскими товарами для школы и офиса «Канц-Эксмо»:
Компания «Канц-Эксмо»: 142702, Московская обл., Ленинский р-н, г. Видное-2,
Белокаменное ш., д. 1, а/я 5. Тел./факс +7 (495) 745-28-87 (многоканальный).
e-mail: kanc@eksmo-sale.ru, сайт: www.kanc-eksmo.ru

В Санкт-Петербурге: в магазине «Парк Культуры и Чтения БУКВОЕД», Невский пр-т, д. 46.
Тел.: +7(812)601-0-601, www.bookvoed.ru

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ
о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Эксмо»
www.eksmo.ru/certification

Өндірген мемлекет: Ресей. Сертификация қарастырылмаған

Подписано в печать 13.02.2020. Формат 60x84¹/₈.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 31,73.
Доп. тираж 2000 экз. Заказ

16+



ISBN 978-5-699-93523-9



9 785699 935239 >

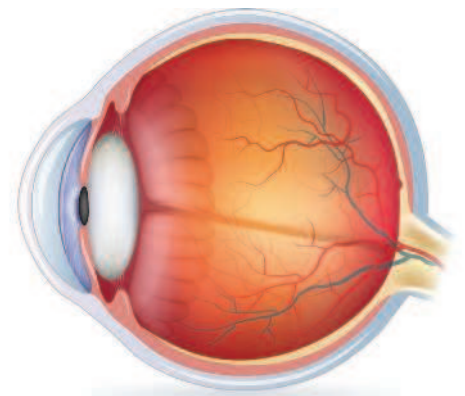
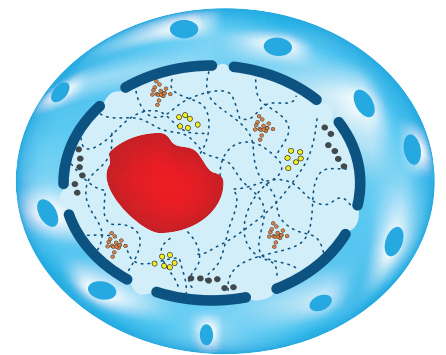
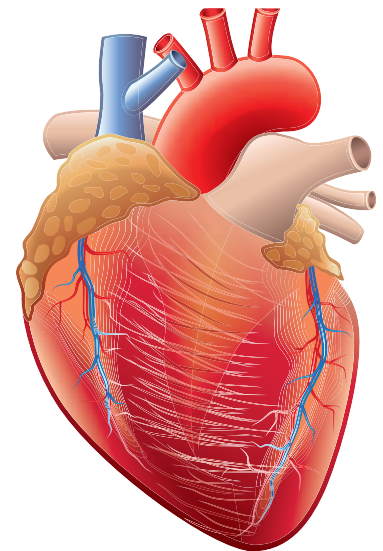
В электронном виде книги издательства вы можете
купить на www.litres.ru

ЛитРес:
одни клик до книг



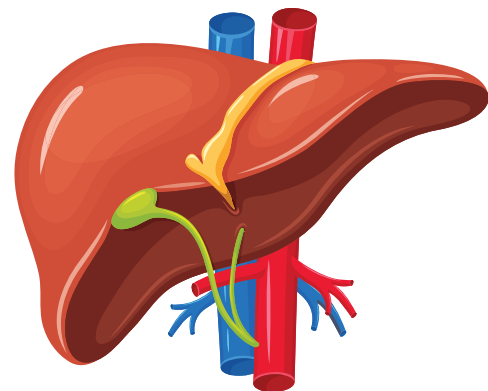
ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕЛОСТНОГО ОРГАНИЗМА	7
Основные физиологические понятия	7
УСТРОЙСТВО ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА	9
Системы органов	9
Жизнь клетки	9
ЖИДКИЕ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА	25
Вода	25
Система крови.....	27
ЧТО ДЕЛАЮТ ТКАНИ.....	33
УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЬЮ: НЕРВНАЯ СИСТЕМА.....	41
Центральная нервная система.....	42
Периферическая нервная система	48
Вегетативная нервная система.....	50
НАША СВЯЗЬ С ВНЕШНИМ МИРОМ	52
Зрение	53
Слух и равновесие.....	58
Обоняние	63
Вкус	65
Чувствую кожей.....	67
ЖЕЛЕЗЫ, РЕГУЛИРУЮЩИЕ ФУНКЦИИ	71
Эндокринные железы	71
Третий глаз	79
ВКУС И АРОМАТ ЖИЗНИ – СТРЕСС	80

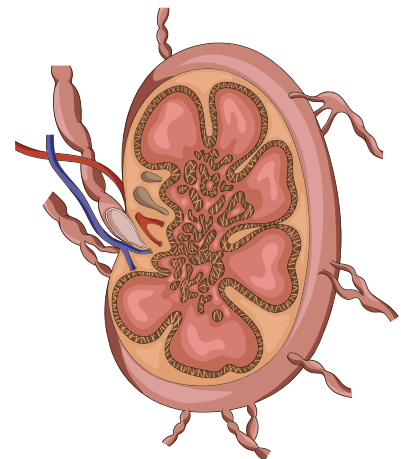
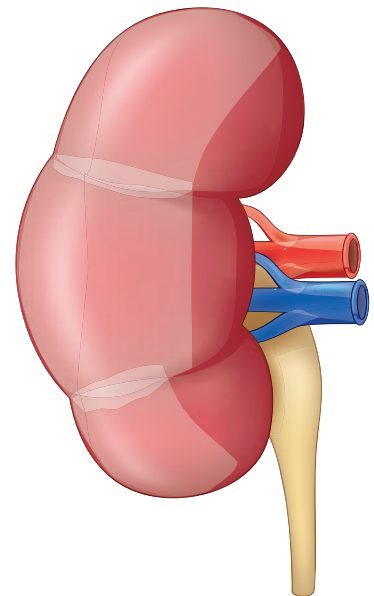


ОГЛАВЛЕНИЕ

Я МЫСЛЮ – СЛЕДОВАТЕЛЬНО, СУЩЕСТВУЮ (Декарт)	81
Что есть человек	81
Сознание и мышление	83
Интеллект	84
Типы нервной деятельности	85
Наша главная особенность – речь	86
Поведение	88
Ритмы мозга	89
Сон – удо матери-природы	90
Учись и помни	91
Мотивации и эмоции	93
ЖИЗНЬ – ЭТО ДВИЖЕНИЕ, ДВИЖЕНИЕ – ЭТО ЖИЗНЬ	94
Скелет человека – уникальное творение!	94
Наш стержень	96
Вместилище мозга – череп	99
Скелет конечностей	102
ЧТО ДВИЖЕТ ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА	106
Мышцы	106
Работоспособность, работа, утомление и отдых	117
Физическая активность	125
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЖИЗНИ. ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ	129
Пищеварительная система и ее важнейшие функции	
Переваривание пищи	130
Физиология пищеварения	149
ТЫ ЕСТЬ ТО, ЧТО ТЫ ЕШЬ (Гиппократ)	154
Пища и характер питания	154
Принципы питания	156
Белки – основа жизни	157
Жиры – путь к здоровью или болезни	159
Трансжиры – ежедневный путь к болезни	161
Углеводы – главный источник энергии	163
«Хорошие» и «плохие» углеводы	166
Помощники сердца – пищевые волокна	167
Эликсир здоровой жизни – витамины	169
Минеральные вещества	174
Свободные «убийцы»	178



КИСЛОРОД И ЖИЗНЬ	180
Дыхательная система.....	180
Как мы дышим.....	187
Курение или здоровье.....	194
 МОЧЕВАЯ СИСТЕМА – ОЧИЩЕНИЕ ОРГАНИЗМА	196
 ПОЛОВАЯ СИСТЕМА	203
Суть мужчины.....	203
Чудо эрекции.....	210
Что делает женщину женщиной.....	213
Внутренние женские половые органы.....	214
Физиология половой системы.....	222
Физиология женской половой системы.....	225
Тайна рождения человека.....	227
Плацента.....	231
Пол и его роль в жизни человека. Биологическая и психосоциальная сущность пола.....	233
Половое созревание.....	237
Сексуальность человека.....	241
 СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА	245
Мотор жизни.....	248
Как работает сердце.....	250
Кровообращение.....	255
Регуляция функций сердечно-сосудистой системы.....	259
 ЗАЩИТА ОРГАНИЗМА	260
Лимфоидные органы.....	262
Неспецифическая сопротивляемость организма.....	263
Восстановление.....	264



ВВЕДЕНИЕ

Анатомия человека изучает форму и строение человека, а также его происхождение и развитие, включая микроскопическую и ультрамикроскопическую структуру. Физиология – это наука, изучающая функционирование живых организмов и их отдельных частей. Отечественный ученый **И.Т. Глебов** сказал: «Предмет физиологии есть живое тело, а задача ее – объяснение этого живого тела». Тело человека построено иерархически, в нем выделяют уровни: организменный (человек), системный, органный, тканевый и клеточный. Однако тело едино, оно может жить лишь благодаря своей целостности. Каждый человек неповторим и отличается от другого только ему присущими особенностями, и вместе с тем, все люди принадлежат к одному виду и обладают одинаковым планом строения. Существует понятие «норма», отражающее здоровое, нормальное состояние человека.

Физиология – «родная дочь» анатомии. Анатомия возникла на заре развития человечества. Первый анатомический рисунок, на котором четко показан основной орган человека – сердце – сделал первобытный художник примерно 15 – 17 тысяч лет тому назад. Это знаменитый мамонт.

Данная книга поможет каждому человеку представить, как функционирует его тело, через понимание происходящих в нем процессов на уровне клеток, тканей, органов и систем, а также получить практические рекомендации, как сохранить здоровье, без которого невозможны активная жизнь и счастье.

Издание снабжено множеством иллюстраций, облегчающих восприятие информации.

Книга адресована всем, кто интересуется тайнами жизни и хочет быть здоровым.



ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕЛОСТНОГО ОРГАНИЗМА

Основные физиологические понятия

Физиологическая функция (от лат. *functio* – исполнение) – это специфическая деятельность организма, его клеток, тканей, органов, имеющих приспособительный характер. Все функции способны к саморегуляции.

Физиологические показатели – это величины, характеризующие определенные свойства организма или функции. Это, в первую очередь, показатели крови, мочи, температуры, давления и другие. Диапазон некоторых из них очень узкий (например, pH крови, парциальное напряжение газов крови). Малейшие отклонения от нормы могут привести к серьезным нарушениям, вплоть до смерти. Другие показатели достаточно вариабельны (например, артериальное давление, клеточный состав крови, уровень сахара в ней и другие). Их колебания в определенных границах не приносят особого вреда организму.

Одно из важнейших понятий – **норма**. Она отражает здоровое, реальное состояние человека, его систем, аппаратов, органов, при котором функция не нарушается. Норма отражает состояние гомеостаза – относительного постоянства физиологических показателей внутренней среды организма, несмотря на постоянно меняющиеся условия окружающей среды. Внутренняя среда организма – совокупность всей жидкости, находящейся внутри и не соприкасающейся с внешней средой. Это кровь, лимфа, тканевая жидкость. Гомеостаз обеспечивает функционирование клеток в постоянных условиях. Гипоталамус управляет сохранением гомеостаза.

Регуляция – это упорядочение, нормализация функций организма.

Нервная регуляция обеспечивается центральной, периферической и вегетативной (автономной) нервной системой.

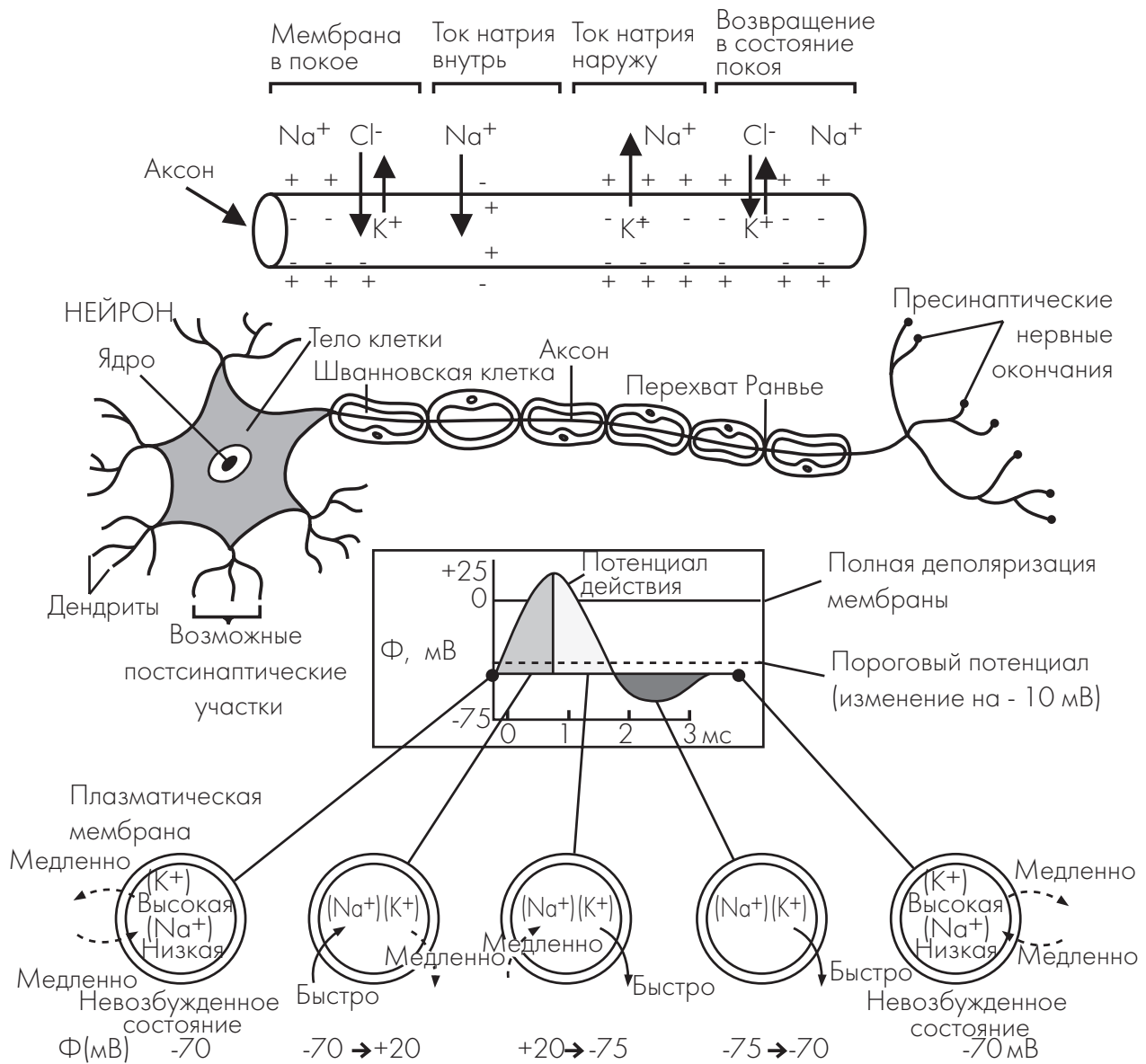
Гуморальная регуляция реализуется с помощью веществ, циркулирующих в жидких средах организма, – спинномозговой, тканевой, крови, лимфе и др.

Саморегуляция – наиболее совершенная форма регуляции жизнедеятельности, при которой отклонение от нормы служит сигналом для возврата к ней.

Реакция на раздражение

Все физиологические реакции основаны на способности живой клетки реагировать на раздражение. **Раздражимость** – свойство нервной ткани, мышечных тканей и железистых клеток реагировать на внешнее воздействие. **Возбудимость** – способность реагировать на раздражение изменением молекулярных свойств клетки и развитием процесса возбуждения. **Возбудимость** – типичное свойство нервных и мышечных клеток. Мембранный потенциал клетки, находящейся в состоянии покоя, называется **потенциалом покоя**.

ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕЛОСТНОГО ОРГАНИЗМА



Потенциал, проводимость и рецепция

Когда нервная или мышечная клетка активизируется, в ней возникает **потенциал действия, или нервный импульс**, – быстрый сдвиг мембранного потенциала в положительную сторону. **Проводимость** – способность нервных волокон проводить нервный импульс.

Рецепция – это процесс восприятия и превращения различных видов энергии (механический, термический, химический, электромагнитный) в нервный сигнал. Рецепцию осуществляют специфические структуры – рецепторы.

УСТРОЙСТВО ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Системы органов

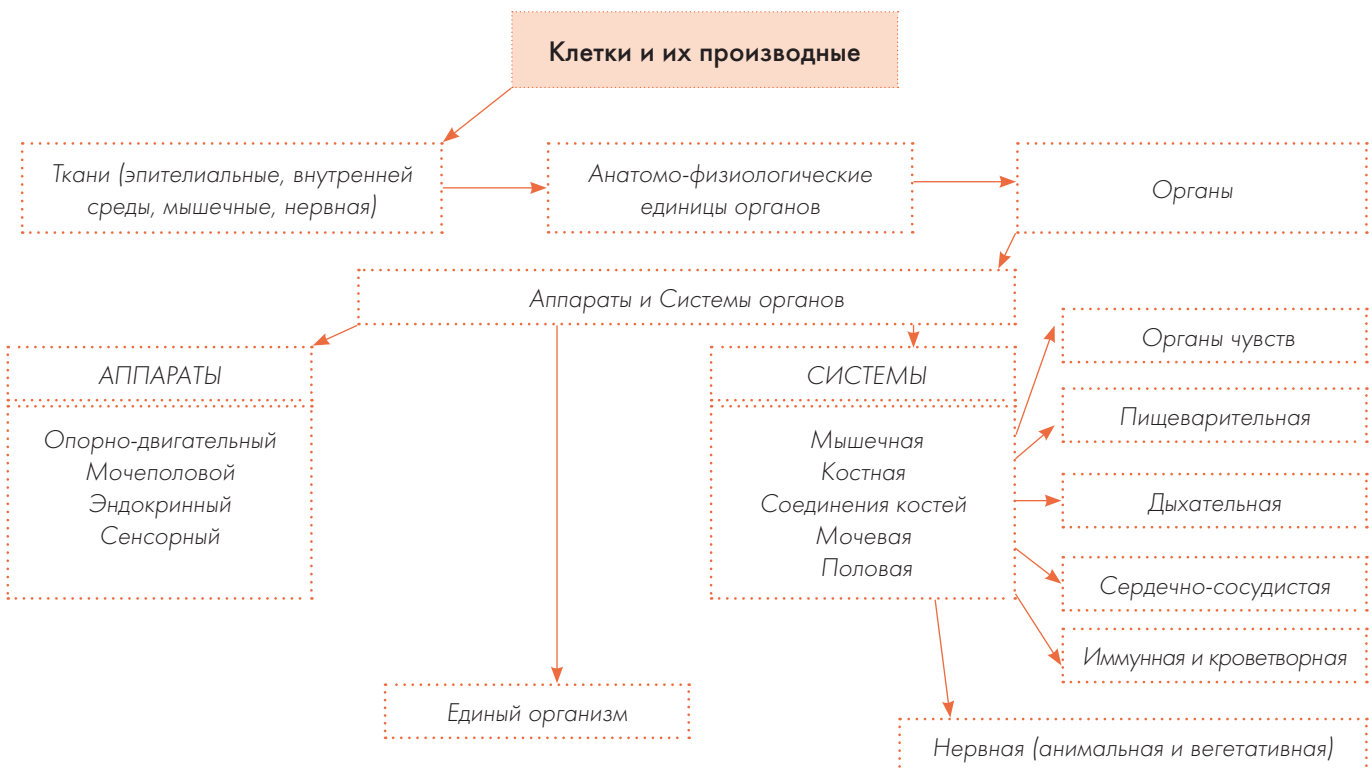
Человека и человечество во все времена волнуют одни и те же вопросы: «Кто есть человек?», «Что есть человек?» Определение крупного современного философа-антрополога **А. Эспиноза Цервера** (A. Espinosa Cervera) достаточно полное и соответствует сегодняшнему уровню знаний о человеке: «Человек – это существо, которое, занимая особое место среди животных, как индивид становится личностью в силу своей свободы и коммуникативности и через свои пространственно-временные измерения **проецирует себя в мир как образ Бога**» (выделено нами – Г.Б., Е.З.).

ВНИМАНИЕ!

Основной принцип строения организма – это его **целостность**. Она обеспечивается объединением (интегрированием) всех его частей (клеток, тканей, органов, систем и аппаратов органов); связью всех частей при помощи жидкостей и, главное, нервной системы, которая регулирует всю жизнедеятельность человека.

Помимо этого, основные принципы строения тела человека – это **полярность** (различное строение и функция полюсов), **сегментарность** (более четко проявляется у человека лишь в области туловища), двусторонняя **симметрия** (сходство сторон при этом не абсолютное) и **корреляция** (соотношение между отдельными частями). Организм един, он может существовать лишь благодаря своей целостности, но в нем выделяют ряд иерархических уровней: клеточный, тканевый, органный, системный, организменный.

ИЕРАРХИЧЕСКИЕ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКА



УСТРОЙСТВО ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Организменный уровень

Наиболее высокий уровень – организменный. В организме человека выделяют **сому** (от греч. soma – «тело»), включающую кожу, кости, соединения костей, образующие вместилища, полости, мышцы и внутренности, расположенные внутри полостей. К соме и внутренностям подходят и разветвляются в них сосуды и нервы.

Ткани и клетки

Ткани, образующие органы, – четвертый иерархический уровень организации. Ткань – это исторически сложившаяся общность клеток и межклеточного вещества, объединенных единством происхождения, строения и функции. В организме человека выделяют четыре типа тканей: эпителиальная, соединительная, мышечная и нервная.

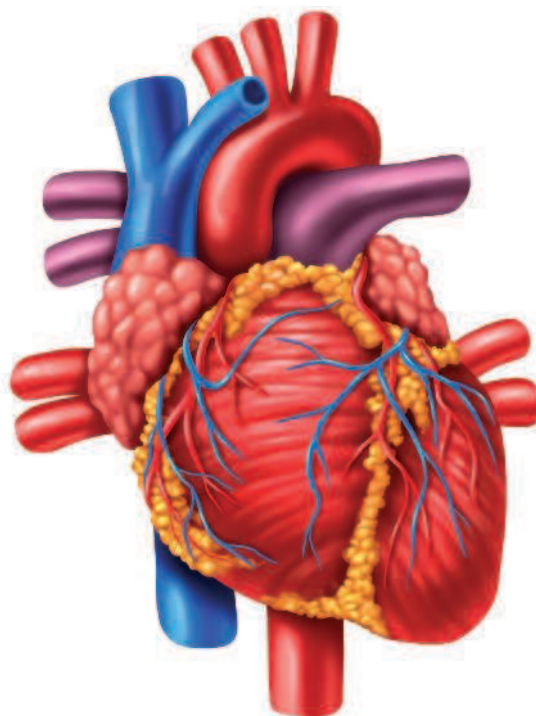
Клетки – пятый иерархический уровень организации.

Органы

Третий иерархический уровень – **органы**. Орган – структурная единица организма, выполняющая специфическую функцию (или функции), например, глаз, сердце, печень, кишка. Каждый орган отличается свойственной лишь ему формой и строением, приспособленными к выполнению определенной функции, и содержит все виды тканей.

Системы и аппараты

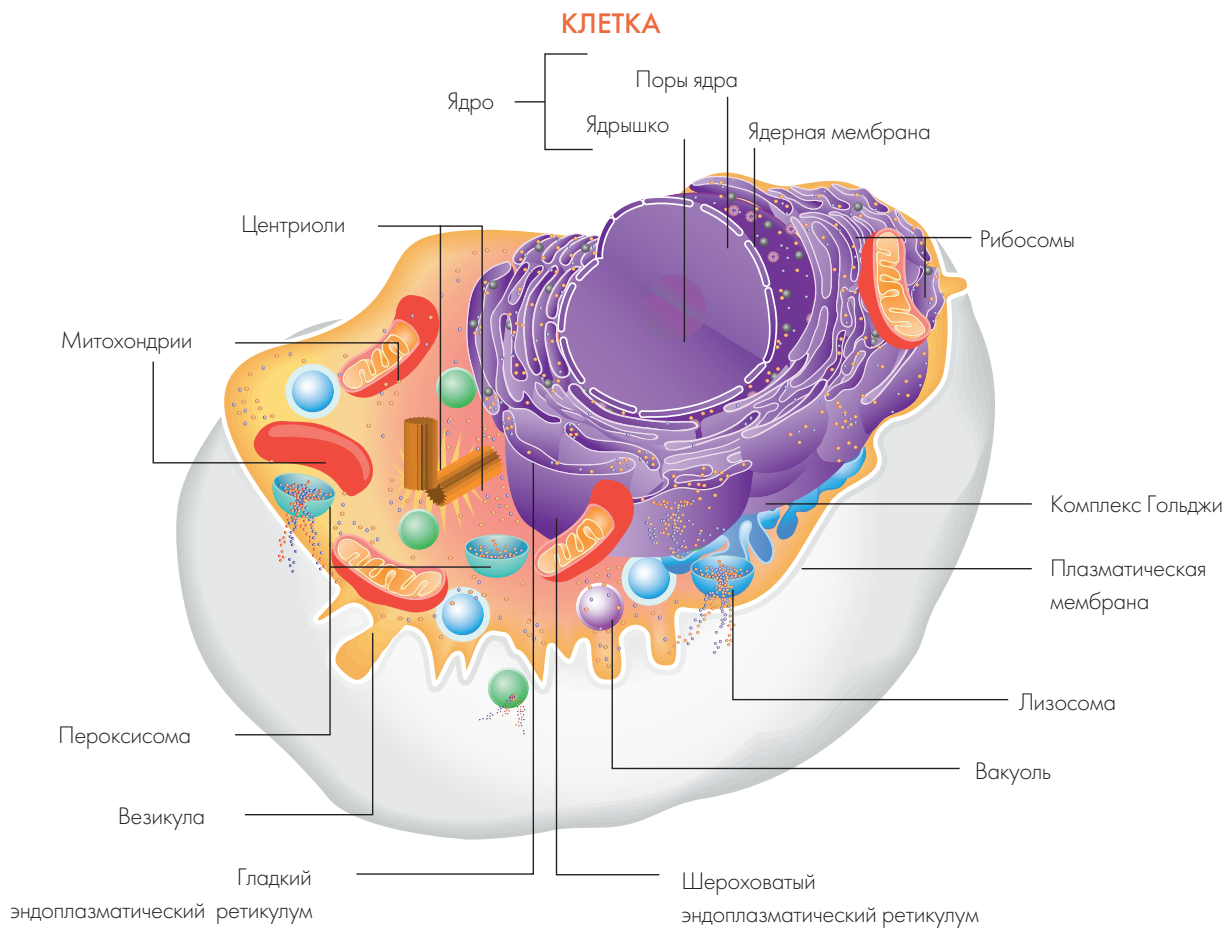
Система, второй уровень, – это совокупность органов, имеющих общий план строения, единство происхождения и выполняющих одну функцию (например, пищеварения, дыхания, размножения). В организме человека выделяют следующие системы органов: пищеварения (пищеварительную), дыхания (дыхательную), мочевую, половую, нервную, лимфатическую, лимфоидную, эндокринную (органы кроветворения и иммунной системы), органы чувств (сенсорные системы). Некоторые органы объединены по функциональному признаку в **аппараты**. Они зачастую имеют различное строение и происхождение, могут не быть связанными анатомически, но их объединяет участие в выполнении общей функции (например, **опорно-двигательный аппарат**), либо эти органы различны по своим функциональным задачам, но связаны единым происхождением (**мочеполовой аппарат**).



Жизнь клетки

Клетка – это сложная система биополимеров, отделенная от внешней среды плазматической мембраной (плазмолеммой) и состоящая из ядра и цитоплазмы, в которой располагаются органеллы и включения (гранулы).

Всем клеткам присуще единство строения, обмена веществ и химического состава. Вместе с тем, различные клетки имеют и специфические структуры. Это связано с выполнением ими специальных функций.



Клеточная теория

Современная интерпретация клеточной теории включает следующие главные положения:

- 1) клетка – универсальная элементарная единица живого;
- 2) клетки всех организмов принципиально сходны по своему строению, функции и химическому составу;
- 3) клетки размножаются только путем деления исходной клетки;
- 4) многоклеточные организмы являются сложными клеточными ансамблями, образующими целостные системы.

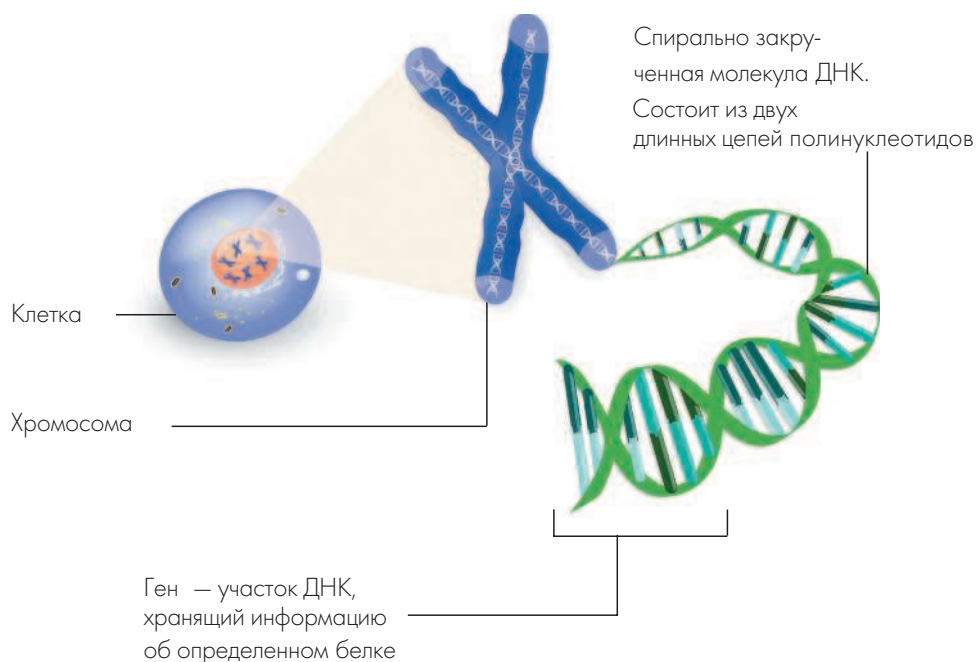
УСТРОЙСТВО ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Клетка состоит из неорганических и органических веществ. Среди неорганических преобладает **вода**, ее относительное количество в теле человека — от 70 до 80 %. В зависимости от количественного содержания минеральные вещества в теле человека подразделяют на: **макроэлементы** (более 0,01 % – кислород, углерод, водород, натрий, калий, кальций, магний, фосфор, хлор, сера), **микроэлементы** (от 0,00001 % до 0,01 % – железо, йод, алюминий, фтор, медь, кобальт, марганец, цинк, молибден, бор, стронций, никель, свинец, бром, кремний и др.) и **ультрамикроэлементы** (менее 0,00001 % – селен, хром, ванадий, мышьяк, литий, барий, титан, серебро, висмут).

Среди органических веществ преобладают макромолекулы. Макромолекулы – **белки** (10 – 20 %), **жиры, или липиды** (1 – 5 %), **углеводы** (0,2 – 2,0 %), **нуклеиновые кислоты** (1 – 2 %).

Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты – главные молекулы жизни – являются полимерами, образованными нуклеотидами, каждый из которых состоит из пуринового или пиримидинового основания, пентозы (пятиуглеродный сахар) и остатка фосфорной кислоты. Во всех клетках существует два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК), которые отличаются по составу оснований и сахаров.

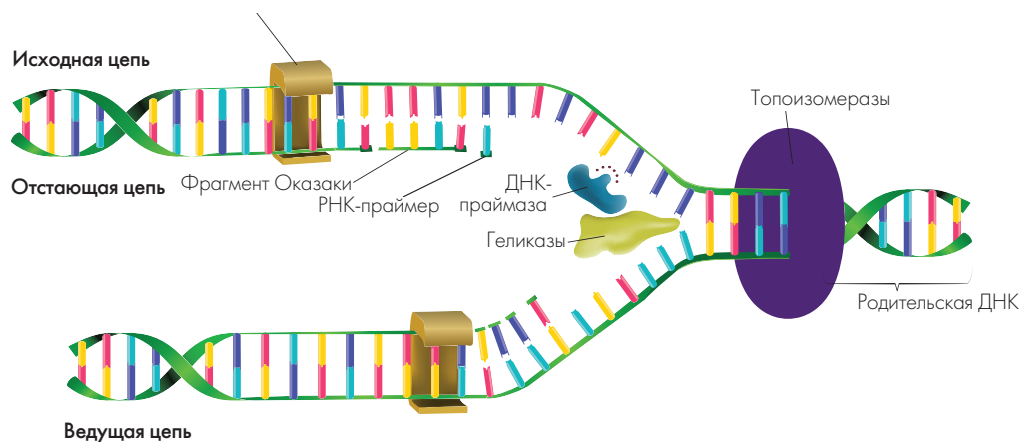


Строение ДНК

ДНК, отвечающая за наследственность, локализуется в ядре и в митохондриях. В 1953 г. **Джеймс Д. Уотсон** (Watson) и **Фрэнсис Крик** (Crick) сообщили о строении ДНК и создали трехмерную модель молекулы ДНК. Она представляет собой двойную спираль, состоящую из двух полинуклеотидных цепей, закрученных одна вокруг другой и соединенных парами оснований аналогично ступенькам лестницы. Посредством водородных связей **аденин** соединяется только с **тиминном**, а **гуанин** — с **цитозином**. С помощью этой модели можно проследить репликацию (удвоение) самой молекулы ДНК. Две части молекулы ДНК отделяются друг от друга в местах водородных связей, что очень похоже на расстегивание застёжки-молнии. Из каждой половины прежней молекулы синтезируется новая молекула ДНК. Последовательность оснований функционирует как матрица (образец) для образования новой молекулы ДНК.

Открытие химической структуры ДНК было оценено как одно из наиболее выдающихся открытий XX в. В 1962 г. **Уотсон, Крик и Уилкинс** были удостоены Нобелевской премии «за открытия в области молекулярной структуры нуклеиновых кислот и за определение их роли для передачи информации в живой материи».

РЕПЛИКАЦИЯ ДНК



Ген, геном, генотип

Ген (от греч. *genos* - род, происхождение) – материальный носитель наследственности, элементарная структурная и функциональная единица наследственности, представленная участком молекулы ДНК, характеризующимся строго определенной последовательностью нуклеотидов, отвечающая за синтез одного белка.

Геном – это весь генетический материал организма, включая содержащиеся в хромосомах гены.

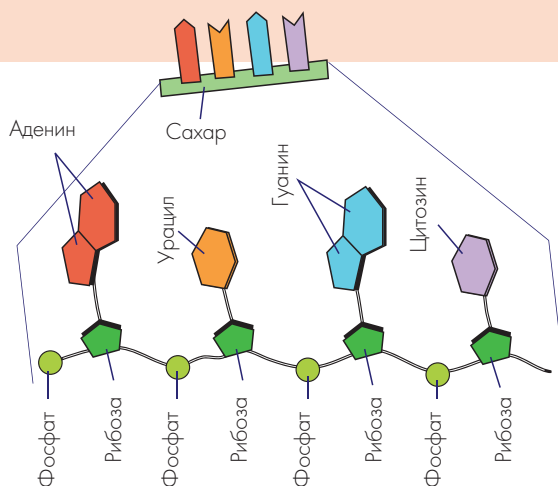
Генотип – это совокупность генов, локализованных в хромосомах индивидуума.

В 2003 г. было завершено изучение генома человека и составлена полная карта генов.

УСТРОЙСТВО ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Молекула РНК

Образована одной полинуклеотидной цепью. Последовательность нуклеотидов позволяет РНК кодировать генетическую информацию. Все клеточные организмы используют РНК для программирования синтеза белков.

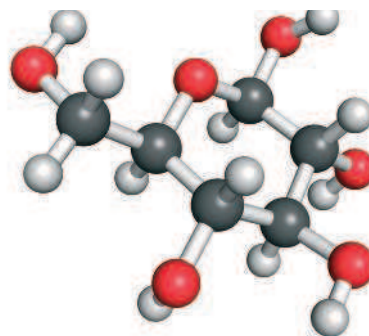


Белок

Молекула белка является полимером, который состоит из большого количества аминокислот (их 20), соединенных между собой пептидными связями, в результате чего образуется полипептидная цепь. Белки выполняют важнейшие функции. **Ферменты** – биологические катализаторы, увеличивающие скорость химических реакций в клетке в сотни тысяч – миллионы раз, являются белками. Белки, входя в состав всех клеточных структур, выполняют пластическую (строительную) функцию, образуют клеточный скелет (микротрубочки). Движения клеток также осуществляют специальные белки (актин, миозин, динеин). Белки обеспечивают транспорт веществ в клетку, из клетки и внутри клетки. Важной является защитная функция – антитела также являются белками. И наконец, белки являются одним из источников энергии.

Углеводы

Состоят из углерода, водорода и кислорода, подразделяются на моносахариды и полисахариды. Среди **моносахаридов** в клетке наиболее важны глюкоза (содержит шесть атомов углерода) и пентозы (пять атомов углерода), входящие в состав нуклеиновых кислот. Моносахариды хорошо растворяются в воде, полисахариды – плохо. В животных клетках **полисахариды** представлены гликогеном, в растительных – в основном растворимым крахмалом и нерастворимыми целлюлозой, гемицеллюлозой, пектином и др. Они являются источником энергии. Углеводы в организме в конечном итоге расщепляются до глюкозы, которая участвует в обменных процессах с выделением энергии.



Липиды

Молекулы жиров построены из глицерина и жирных кислот. К жироподобным веществам относятся холестерин, некоторые гормоны, лецитин. Липиды – основные компоненты клеточных мембран (они описаны ниже) выполняют тем самым строительную функцию. Они являются важнейшим источником энергии. Так, если при полном окислении 1 г белка или углеводов освобождается 17,6 кДж энергии, то при полном окислении 1 г жира – 38,9 кДж.