

Г. Л. Билич, Е. Ю. Зигалова

2 ИЗДАНИЕ

# АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Издание подготовлено  
ведущими учеными, создавшими

в соавторстве

с **М. Р. Сапиным**

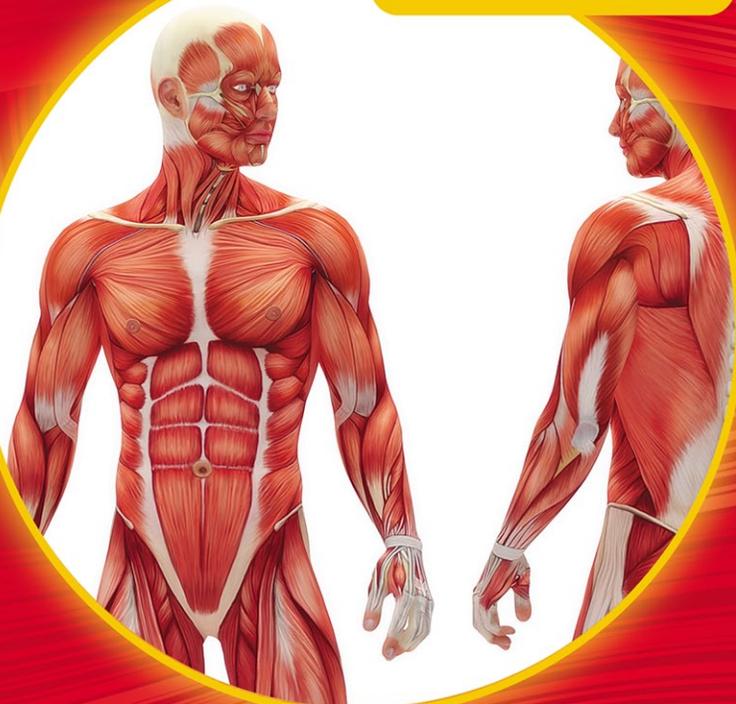
анатомические бестселлеры

**200**

**цветных рисунков**

по всем системам  
и органам человека

МЕДИЦИНСКИЙ  
**АТЛАС**



УДК 611(084.4)

ББК 28.706

Б61

**Билич, Габриэль Лазаревич.**

Б61

Анатомия человека / Г. Л. Билич, Е. Ю. Зигалова. — 2-е изд. — Москва :  
Издательство «Э», 2016. — 240 с. + ил. — (Медицинский атлас).

2-е издание атласа, написанного авторами анатомических бестселлеров и проданного тиражом более 20 000 экз., остается таким же простым и удобным: краткий атлас даст вам самые необходимые сведения о строении тела человека, о работе всех систем и органов.

Атлас анатомии человека содержит 200 цветных рисунков с обозначениями и комментариями к ним. Строение тела рассмотрено в классической последовательности, начиная с живой клетки и опорно-двигательного аппарата и завершая органами чувств. Внутренние органы (пищеварительная, дыхательная системы, мочеполовой аппарат), сердечно-сосудистая система, органы кроветворения и иммунная система, эндокринные железы, нервная система наглядно представлены с учетом результатов новых научных исследований.

Атлас компактен и удобен для использования студентами всех медицинских специальностей. Книга будет служить надежным и простым справочником для людей, заботящихся о своем здоровье.

**УДК 611(084.4)**

**ББК 28.706**

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.

Справочное издание

МЕДИЦИНСКИЙ АТЛАС

**Билич Габриэль Лазаревич**

**Зигалова Елена Юрьевна**

**АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Директор редакции *Е. Капъёв*

Руководитель группы *О. Шестова*. Ответственный редактор *Ю. Цурихина*

Редактор *М. Лозовская*. Художественный редактор *Е. Анисина*

ООО «Издательство «Э»

123308, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел. 8 (495) 411-68-86.

Өндүрүшү: «Э» АҚБ Баспасы, 123308, Мәскеу, Ресей, Зорге көшесі, 1 үй.

Тел. 8 (495) 411-68-86.

Тауар белгісі: «Э»

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) 251-59-89/90/91/92, факс: 8 (727) 251 58 12 вн. 107.

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы ақпарат сайтында Өндүрүшү «Э»

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Э»

Өндүрген мемлекет: Ресей

Сертификация қарастырылмаған

Подписано в печать 20.10.2016. Формат 70x100<sup>1/16</sup>.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 19,44.

Тираж экз. Заказ



ISBN 978-5-699-84623-8



9 785699 846238 >

**ISBN 978-5-699-84623-8**



В электронном виде книги издательства вы можете  
купить на [www.litres.ru](http://www.litres.ru)

**ЛитРес:**  
одна книга для всех



© **Билич Г.Л., Зигалова Е.Ю., текст, 2015**

© **ООО «Издательство «Э», 2016**

# Содержание

Человек разумный. Кто я? Откуда я? Куда я иду? . . . . .	5
Человек . . . . .	5
Уровни организации живого . . . . .	7
Строение животной клетки . . . . .	7
Деление клеток. Клеточный цикл . . . . .	11
Митоз . . . . .	11
Мейоз . . . . .	12
Ткани (IV иерархический уровень организации) . . . . .	14
Органы, системы и аппараты органов . . . . .	15
Особенности строения, роста и развития человека . . . . .	16
Учение о костях (остеология) . . . . .	20
Скелет человека . . . . .	20
Компактное костное вещество . . . . .	22
Губчатое костное вещество . . . . .	23
Классификация костей . . . . .	25
Позвоночный столб . . . . .	27
Кости грудной клетки . . . . .	33
Череп . . . . .	35
Кости верхней конечности . . . . .	46
Кости нижней конечности . . . . .	50
Учение о соединениях костей (синдесмология) . . . . .	54
Суставы . . . . .	58
Таз в целом . . . . .	68
Учение о мышцах (миология) . . . . .	70
Скелетные мышцы . . . . .	72
Форма мышц . . . . .	72
Мышцы головы . . . . .	72
Мышцы и фасции шеи . . . . .	75
Мышцы спины . . . . .	77
Мышцы груди . . . . .	78
Диафрагма . . . . .	80
Мышцы живота . . . . .	82
Паховый канал . . . . .	84
Мышцы промежности . . . . .	86
Мышцы верхней конечности . . . . .	88
Мышцы нижней конечности . . . . .	90
Работоспособность, работа, утомление и отдых . . . . .	92
Физическая активность . . . . .	94
Внутренние органы . . . . .	95
Пищеварительная система . . . . .	97
Полость рта . . . . .	97
Зубы . . . . .	101
Железы рта . . . . .	103
Глотка . . . . .	103
Пищевод и желудок . . . . .	105
Тонкая кишка . . . . .	107
Толстая кишка . . . . .	109
Прямая кишка . . . . .	111
Печень и желчный пузырь . . . . .	113
Кровоснабжение печени . . . . .	115
Поджелудочная железа . . . . .	117
Пища . . . . .	119
Балластные вещества . . . . .	121
Пищеварение . . . . .	121
Дыхательная система . . . . .	122
Наружный нос . . . . .	122
Полость носа . . . . .	124
Гортань . . . . .	124

Мышцы гортани . . . . .	126
Голосообразование. . . . .	127
Трахея и бронхи . . . . .	128
Легкое . . . . .	130
Плевра. . . . .	132
Средостение . . . . .	132
Мочеполовой аппарат . . . . .	134
Мочевые органы . . . . .	136
Функция почек . . . . .	138
Половая система. . . . .	139
Мужская половая система. . . . .	139
Мужской половой член. . . . .	141
Женская половая система. . . . .	143
Биологическая и социальная сущность пола человека . . . . .	145
Гаметогенез . . . . .	147
Сперматогенез . . . . .	147
Оогенез . . . . .	149
Овариально-менструальный цикл . . . . .	151
Полость живота. Полость брюшины. . . . .	153
Сердечно-сосудистая система . . . . .	155
Кровеносная система . . . . .	155
Сердце. . . . .	157
Кровоснабжение тела человека . . . . .	161
Артерии большого круга кровообращения . . . . .	162
Вены большого круга кровообращения . . . . .	164
Функция сердечно-сосудистой системы. . . . .	166
Кровь . . . . .	167
Лимфоидные органы (органы кроветворения и иммунной системы) . . . . .	169
Лимфатическая система. . . . .	170
Эндокринные железы . . . . .	174
Гипоталамо-гипофизарная система . . . . .	175
Учение о нервной системе (неврология) . . . . .	180
Рефлекс . . . . .	183
Спинальный мозг . . . . .	185
Головной мозг. . . . .	188
Конечный мозг . . . . .	189
Строение коры полушарий большого мозга . . . . .	192
Локализация функций в коре полушарий большого мозга . . . . .	194
Базальные ядра конечного мозга . . . . .	196
Белое вещество конечного мозга. . . . .	196
Промежуточный мозг . . . . .	198
Средний мозг . . . . .	198
Задний мозг. . . . .	200
Продолговатый мозг. . . . .	202
Лимбическая система и ретикулярная формация . . . . .	203
Желудочки головного мозга . . . . .	204
Оболочки головного и спинного мозга . . . . .	204
Периферическая нервная система. . . . .	208
Черепные нервы . . . . .	208
Спинномозговые нервы . . . . .	210
Вегетативная (автономная) нервная система. . . . .	214
Вегетативные рефлексы. . . . .	216
Симпатическая часть вегетативной (автономной) нервной системы . . . . .	218
Парасимпатическая часть вегетативной (автономной) нервной системы . . . . .	220
Высшая нервная деятельность . . . . .	222
Типы нервной деятельности . . . . .	222
Органы чувств . . . . .	224
Орган зрения . . . . .	224
Преддверно-улитковый орган . . . . .	230
Орган обоняния . . . . .	235
Орган вкуса . . . . .	236
Общий покров (кожа) . . . . .	237

# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО

Осуществление биологических функций происходит на разных иерархических уровнях.

- *Молекулярный* (молекулярно-генетический) уровень является начальным. Четыре класса соединений выполняют основные биологические функции. Это биологические молекулы: белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и липиды. Они обязательно присутствуют в любой клетке.
- *Субклеточный* уровень (более высокий) охватывает процессы, происходящие в живой клетке. Биомолекулы могут самостоятельно выполнять свои функции (например, белки-ферменты) или ассоциироваться в субклеточные структуры — органеллы (мембранные и немембранные) и участвовать в их деятельности.
- *Клеточный* уровень представляет собой самостоятельную живую систему — клетку. Каждой клетке присущи все свойства живого (обмен веществ, раздражимость, выделение и др.). Для одноклеточных форм жизни клеточный уровень организации тождествен организменному. У многоклеточных организмов тело состоит из множества клеток, поэтому у них между клеточным и организменным уровнями имеется несколько промежуточных уровней.
- *Тканевый* уровень представлен клеточными ансамблями — тканями, которые имеются у многоклеточных организмов.
- *Органный* уровень охватывает различные органы, которые образуются из тканей.
- *Системный* уровень рассматривает системы органов, которые образуют органы, выполняющие сообща какую-то большую функцию.

Совокупность систем образует многоклеточный организм (*организменный уровень*).

- *Популяционный* уровень, так же как и все последующие, является надорганизменным, поскольку охватывает не одну особь, а группу. Популяция способна обеспечить размножение особей и преемственность видовых особенностей.
- *Видовой* уровень охватывает все популяции того или иного вида, которые заселяют всю территорию ареала.
- *Биоценотический* уровень рассматривает взаимоотношения между организмами, которые обитают на одной территории.
- *Биосферный* уровень — самый крупный. Он включает в себя совокупность отношений между всеми организмами, обитающими на Земле.

Организм целостен, но построен по иерархическому принципу (табл. 1).

## СТРОЕНИЕ ЖИВОТНОЙ КЛЕТКИ

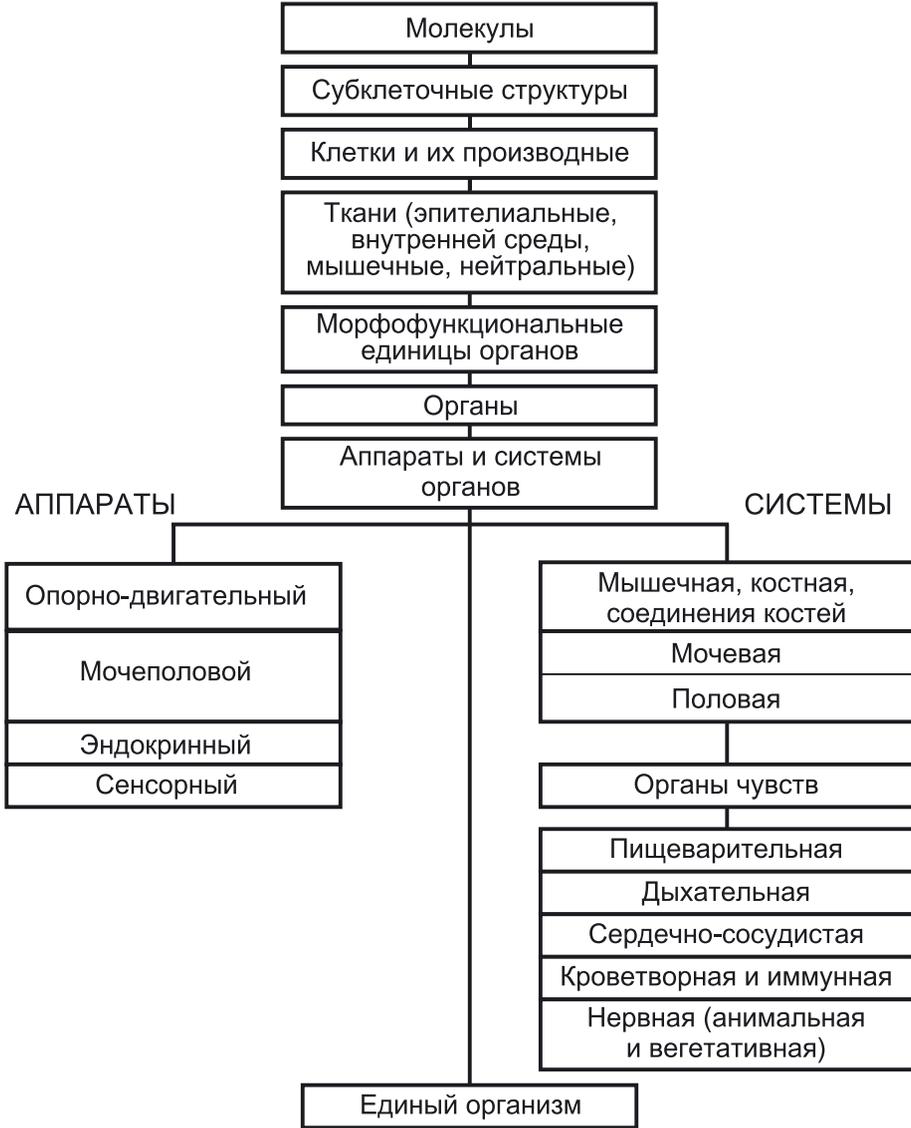
*Клетка является основной структурной и функциональной единицей живых организмов, осуществляющей рост, развитие, обмен веществ и энергии, хранящей, перерабатывающей и реализующей генетическую информацию. Клетка представляет собой сложную систему биополимеров, отделенную от внешней среды плазматической мембраной (цитолеммой) и состоящую из ядра и цитоплазмы, в которой располагаются органеллы и включения.*

Основными функциональными структурами клетки являются ее *поверхностный комплекс, цитоплазма и ядро* (рис. 1, табл. 2).

Поверхностный комплекс включает в себя *гликокаликс, плазматическую мембрану (цитолемму) и кортикальный слой цитоплазмы*.

В цитоплазме выделяют *гиалоплазму (матрикс, цитозоль), органеллы*. Они могут быть общего назначения, которые имеются во всех клетках, и специального назначения, имеющиеся лишь в определенных клетках и выполняющие специальные функции и включения. Различают мембранные органеллы, образованные биологическими мем-

Таблица 1. Иерархические уровни строения организма

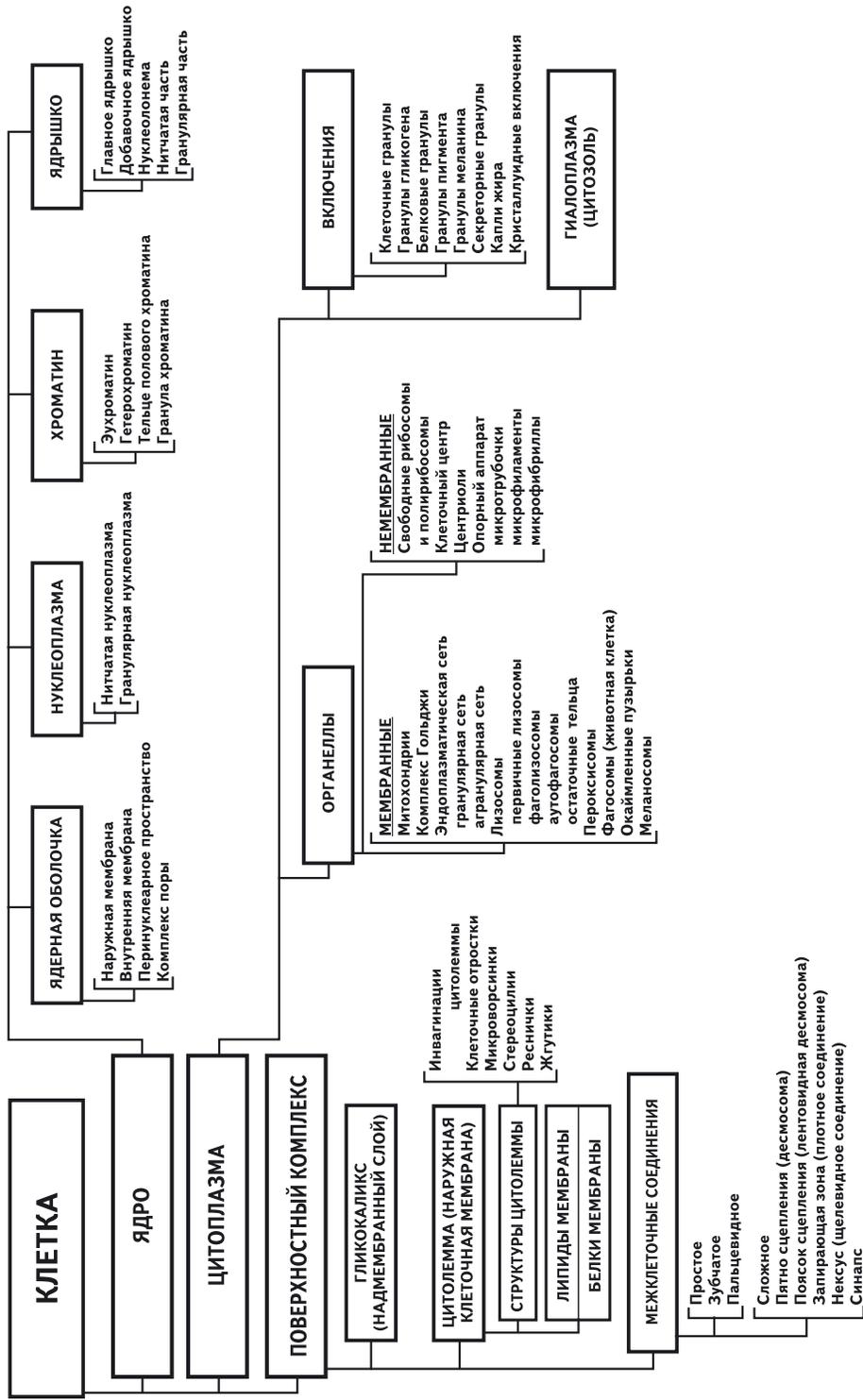


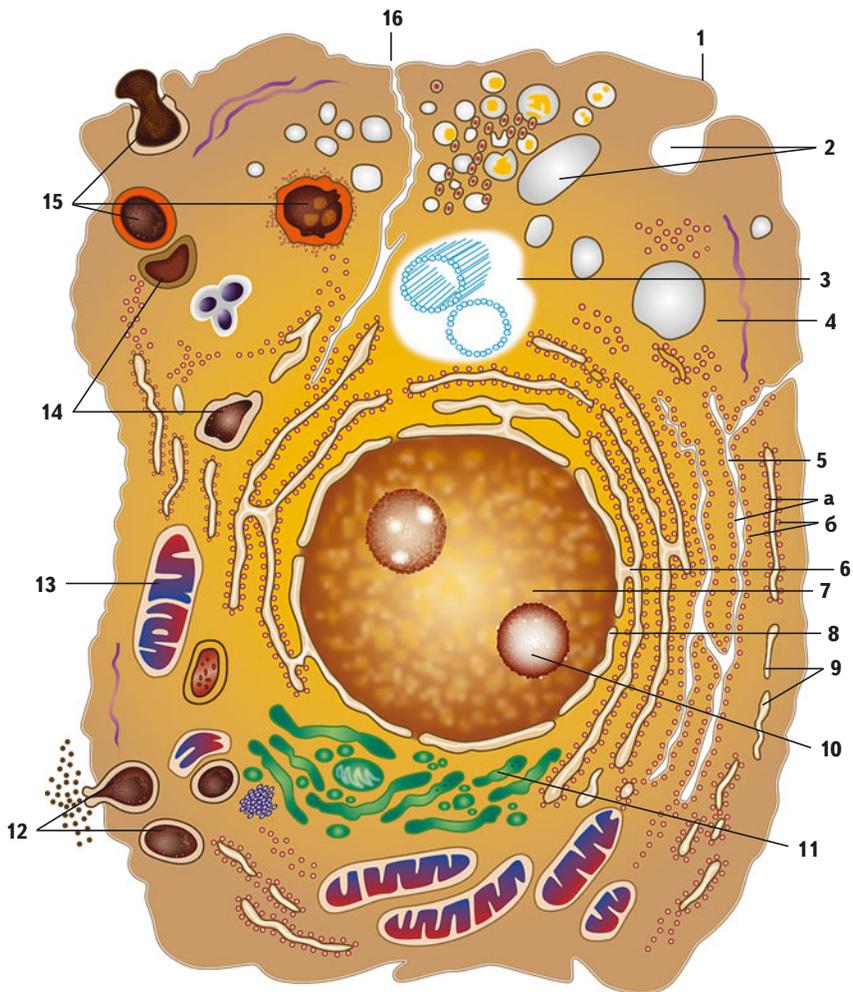
бранами (двумембранные митохондрии и одномембранные гранулярная и гладкая эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы, пероксисомы), и немембранные (рибосомы, клеточный центр с центриолями, реснички и жгутики, элементы цитоскелета – микротрубочки, микрофиламенты, промежуточные филаменты).

Основными структурными компонентами ядра являются образованная мембранами *кариолема (кариотека), нуклеоплазма, ядрышко и хроматин*. Хроматин – это материал хромосом, в состав которого входят ДНК, небольшие основные белки гистоны, более крупные кислые белки и небольшое количество РНК. В делящемся ядре хроматин спирализуется, конденсируется, в результате чего становятся видимыми хромосомы.

Плазмолемма, кариолема и часть органелл образованы *биологическими мембранами*.

Таблица 2. Структурные компоненты клетки





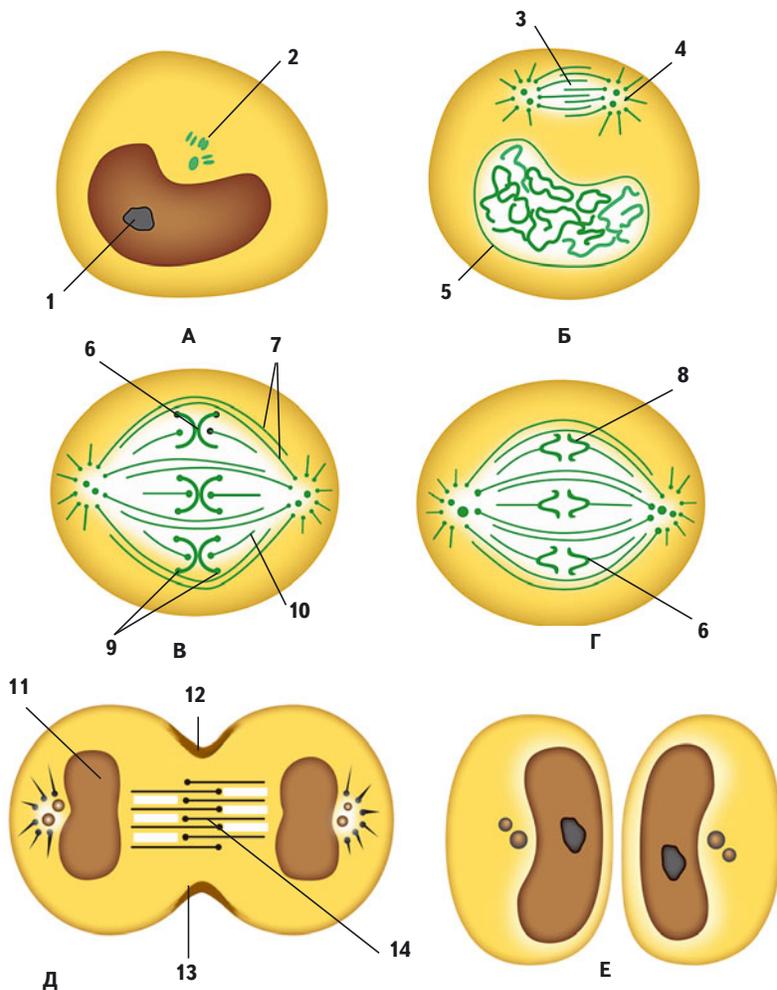
**Рис. 1. Ультрамикроскопическое строение клетки:**

1 — цитолемма (цитоплазматическая мембрана); 2 — пиноцитозные пузырьки; 3 — centrosома (клеточный центр; цитоцентр); 4 — гиалоплазма; 5 — зернистая эндоплазматическая сеть: а — мембрана зернистой сети, б — рибосомы; 6 — связь перинуклеарного пространства с полостями эндоплазматической сети; 7 — ядро; 8 — ядерная пора; 9 — незернистая (гладкая) эндоплазматическая сеть; 10 — ядрышко; 11 — внутренний сетчатый аппарат (комплекс Гольджи); 12 — секреторные вакуоли; 13 — митохондрия; 14 — лизосомы; 15 — три последовательные стадии фагоцитоза; 16 — связь клеточной оболочки (цитолеммы) с мембранами эндоплазматической сети

# ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК. КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ

## МИТОЗ

Жизнь возможна только благодаря клеточному делению. Рост организма, увеличение числа клеток, их размножение происходят путем деления. Основными способами деления клеток в человеческом организме являются митоз и мейоз. Процессы, происходящие при этих способах деления клеток, протекают одинаково, но приводят к разным результатам.



**Рис. 2. Стадии митоза. Показаны конденсация хроматина с образованием хромосом, образование веретена деления и равномерное распределение хромосом и центриолей по двум дочерним клеткам:**

А – интерфаза; Б – профаза; В – метафаза; Г – анафаза; Д – телофаза; Е – поздняя телофаза; 1 – ядрышко; 2 – центриоли; 3 – веретено деления; 4 – звезда; 5 – ядерная оболочка; 6 – кинетохор; 7 – непрерывные микротрубочки; 8, 9 – хромосомы; 10 – хромосомные микротрубочки; 11 – формирование ядра; 12 – борозда дробления; 13 – пучок актиновых нитей; 14 – остаточное (срединное) тельце

(по А. Хэму и Д. Кормаку, с изменениями)

Митотическое деление клеток (митоз) приводит к увеличению числа клеток, к росту организма. Таким способом обеспечивается обновление клеток при их износе, гибели. Известно, что клетки эпидермиса живут 10–30 дней, эритроциты — до 4–5 мес. Нервные и мышечные клетки (волокна) живут в течение жизни человека.

У всех клеток при размножении (делении) наблюдаются изменения, укладываемые в рамки клеточного цикла. Клеточным циклом называют процессы, которые происходят в клетке от деления до деления. В клеточном цикле выделяют подготовку клетки к делению (интерфазу) и митоз (процесс деления клетки) (рис. 2).

В *интерфазе*, которая длится примерно 20–30 ч, скорость биосинтетических процессов возрастает, увеличивается количество органелл. В интерфазе происходит *матричный синтез ДНК и удвоение хромосом*.

Репликация — это процесс передачи генетической информации, хранящейся в родительской ДНК, путем точного ее воспроизведения в дочерней клетке.

В митозе различают 4 основные фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Во время *профазы* хромосомы становятся различимыми в световом микроскопе. Каждая хромосома (d-хромосома) состоит из двух хроматид (s-хромосом), лежащих параллельно и связанных между собой в области центромеры. Во время *метафазы* d-хромосомы выстраиваются в ряд по экватору. В *анафазе* происходит разделение хроматид и превращение их в две s-хромосомы, которые начинают двигаться отдельно друг от друга к разным полюсам клетки. В ходе *телофазы* хромосомы начинают транскрибировать РНК, формируются два ядра, и разделяется цитоплазма. Образуются две диплоидные дочерние клетки.

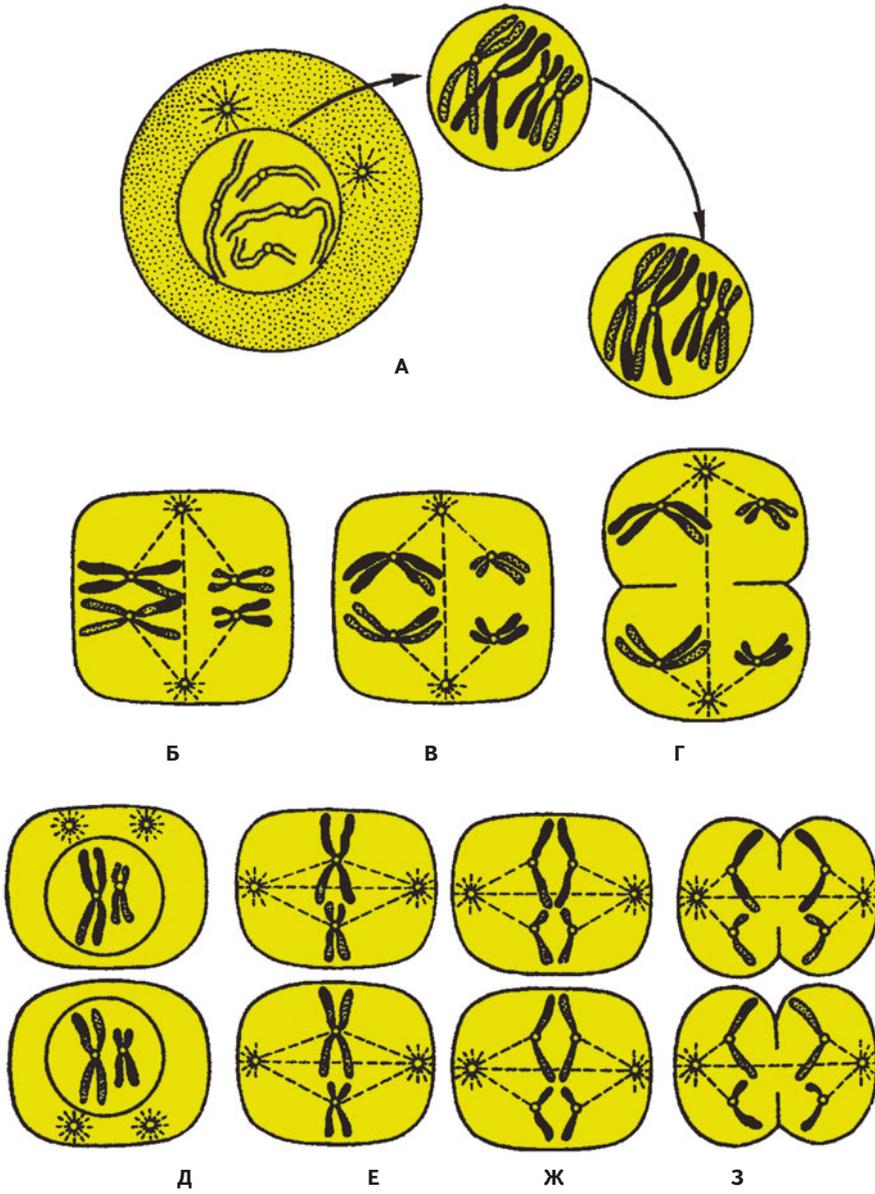
## МЕЙОЗ

Одно из основных условий, необходимых для поддержания постоянства вида при половом размножении, — сохранение постоянного числа хромосом из поколения в поколение. Это обеспечивает мейоз — тип клеточного деления, при котором происходит уменьшение (редукция) числа хромосом вдвое: из *диплоидного* ( $2n$ ) в *гаплоидный* ( $1n$ ). У организмов, размножающихся половым путем, имеются две категории клеток: диплоидные и гаплоидные. К первым относят соматические и предшественницы половых клеток, ко вторым — зрелые половые (*гаметы*). Уменьшение количества хромосом в два раза достигается благодаря мейозу (рис. 3). Он включает в себя два последовательных деления. После слияния гамет возникает новая диплоидная клетка (*зигота*), которая не просто несет признаки своих родителей, а является индивидуумом с присущими только ему свойствами.

При дальнейшем митотическом делении зиготы образуются диплоидные клетки, содержащие по два экземпляра каждой хромосомы (гомологичные хромосомы). Гомологичные хромосомы в паре одинаковы по размеру, по форме, в одинаковых участках содержат гены, определяющие одинаковые признаки организма, но конкретные формы этих генов (аллели) могут быть различными. Взаимодействие аллельных генов определяет проявление признаков. Каждая из гомологичных хромосом одного организма происходит либо из ядра спермия, либо из ядра яйцеклетки.

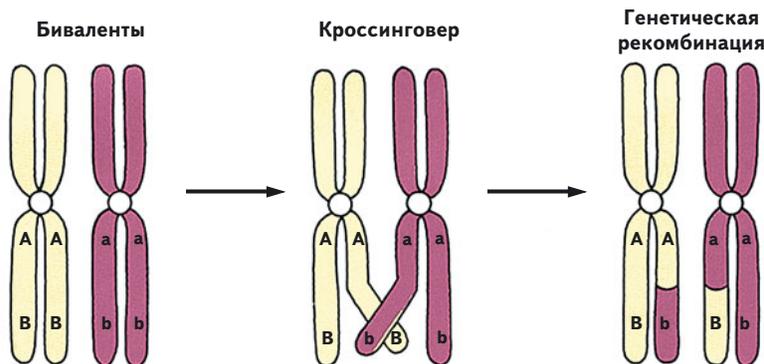
При образовании гамет в зрелом организме в результате мейоза в каждую дочернюю клетку от всех пар гомологичных хромосом попадает лишь по одной из них. Это становится возможным потому, что *при мейозе происходит лишь одна репликация ДНК, за которой следуют два последовательных деления ядер без повторного синтеза ДНК. В результате из одной диплоидной образуются четыре гаплоидные клетки.*

Мейоз состоит из двух последовательных делений клетки (мейоз I и мейоз II), каждое деление проходит через 4 стадии (профаза, метафаза, анафаза, телофаза), напоминающие одноименные фазы митоза. В *профазе мейоза I* происходит главное событие — *кроссинговер* — обмен соответствующих участков гомологичных хромосом



**Рис. 3. Основные стадии мейоза:**

А – профазы I; Б – метафаза I; В – анафаза I; Г – телофаза I; Д – профазы II; Е – метафаза II;  
 Ж – анафаза II; З – телофаза II  
 (по С.Г. Мамонтову)



**Рис. 4. Схема обмена генами двух хромосом (кроссингвер)**  
(по Г. Тортора и С. Грабовски)

между хроматидами отцовского и материнского происхождения (рис. 4). Это обеспечивает генетические рекомбинации. В результате мейоза I из каждой клетки, вступившей в мейоз, образуются две клетки (гаметоциты II порядка), каждая из которых содержит по 23 d-хромосомы. В результате мейоза II из каждого гаметоцита II порядка возникают две гаплоидные клетки, имеющие по 23 s-хромосомы.

## ТКАНИ

### (IV иерархический уровень организации)

Клетки и их производные образуют четыре типа тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервную. Эпителиальные ткани покрывают поверхность тела и выстилают слизистые оболочки, отделяя организм от внешней среды (покровный эпителий), а также образуют железы (железистый эпителий).

Соединительные ткани — обширная группа, включающая *собственно соединительные ткани* (рыхлая волокнистая и плотная волокнистая неоформленная и оформленная), *ткани со специальными свойствами* (ретикулярная, пигментная, жировая), *твердые скелетные* (костная, хрящевая) и *жидкие* (кровь, лимфа). Соединительные ткани выполняют различные функции: опорную (или механическую), трофическую (или питательную), защитную, они формируют строу органов. Соединительные ткани образованы многочисленными клетками из вырабатываемого ими межклеточного вещества, состоящего из аморфного вещества и волокон (коллагеновых, эластических, ретикулярных). Межклеточное вещество имеет различную консистенцию — от твердого в кости до жидкого в крови и лимфе. Многие клетки крови являются одновременно и клетками соединительной ткани, а другие — их предшественниками, поэтому целесообразно начать описание соединительных тканей с крови.

Мышечные ткани, осуществляющие дыхательные функции способны сокращаться (см. раздел «Учение о мышцах»).

Нервная ткань образует центральную нервную систему (головной и спинной мозг) и периферическую (нервы с их концевыми приборами, нервные узлы). Нервная ткань состоит из нейронов и нейроглии. *Нейрон* с отходящими от него отростками является структурно-функциональной единицей нервной системы. Нейрон воспринимает информацию, перерабатывает ее, передает в виде нервного импульса всему организму (см. раздел «Учение о нервной системе»).

# ОРГАНЫ, СИСТЕМЫ И АППАРАТЫ ОРГАНОВ

Орган отличается свойственной лишь ему формой и строением, приспособленными к выполнению определенной функции. Каждый орган содержит все виды тканей, однако одна из них является основной, «рабочей», выполняющей главную функцию органа. Так, например, в печени, легких, почках, железах это эпителиальная ткань. Это паренхима органа. В кости основная ткань соединительная (костная), в мозге — нервная. Соединительная ткань выполняет в каждом органе опорную, механическую, трофическую функции, образует соединительнотканый каркас органа, его строю. Мышечная ткань участвует в образовании стенок кровеносных, лимфатических сосудов, пищеварительной системы, воздухоносных и мочевыводящих путей. Нервная ткань представлена в виде нервов (и их разветвлений), иннервирующих орган, нервных узлов, лежащих в стенках органов или возле них.

Органы анатомически и функционально объединяются в системы органов. Система — это ряд органов, имеющих общий план строения, единство происхождения и выполняющих одну большую функцию (например, пищеварения, дыхания). В организме человека выделяют следующие системы органов: скелета, соединения костей, мышечную, пищеварительную, дыхательную, мочевую, половые (мужскую и женскую), нервную, лимфоидную и эндокринную, сердечно-сосудистую.

Некоторые системы объединяются по функциональному принципу в аппараты: они зачастую имеют различное строение и происхождение, могут быть не связаны анатомически, но их объединяет участие в выполнении общей функции (например, опорно-двигательной), либо эти органы различны по своим функциональным задачам, но связаны единым происхождением (например, мочеполовой аппарат).

В организме человека выделяют сомю (от греч. soma — «тело»), включающую кости, соединения костей, кожу, мышцы, образующие вместилища, полости и внутренности, расположенные внутри полостей. К сомю и внутренностям подходят и разветвляются в них кровеносные сосуды и нервы.

Основные принципы строения тела человека — это полярность (различное строение и функция полюсов), сегментарность (более четко сохранилась у человека лишь в области туловища), двусторонняя симметрия (сходство сторон, однако не абсолютное) и корреляция (соотношение между отдельными частями).

Анатомия человека традиционно называется нормальной анатомией. 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.

Понятие «норма» отражает здоровое, реальное состояние человека. Нормальным следует считать такое строение (состояние) организма, органа, при котором функция их не нарушается.

Норма характеризуется наличием индивидуальной изменчивости (варианты нормы). Приведем пример. Положение слепой кишки у взрослого человека варьирует, — она лежит на различной высоте между двумя полярными типами в правой подвздошной ямке или под печенью. Все это варианты нормы. А вот обратное расположение внутренностей, при котором слепая кишка и печень расположены слева, а желудок, селезенка и сигмовидная ободочная кишка справа, — является аномалией. Аномалии — это отклонение от общей закономерности, выходящие за границы нормы.

# ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, РОСТА И РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

В индивидуальном развитии человека различают два основных периода: внутриутробный, или пренатальный, и внеутробный, или постнатальный.

Приводим общепринятую в настоящее время периодизацию второго (внеутробного) периода жизни человека (табл. 3).

Таблица 3. Периоды жизни человека

Периоды	Возраст
Эмбриональный	0–8 недель
Переходный	8–16 недель
Плодный (фетальный)	4–10 месяцев
Новорожденный	1–10 дней
Грудной возраст	10 дней–1 год
Раннее детство	1–3 года
Первое детство	4–7 лет
Второе детство	8–12 лет (мальчики); 8–11 лет (девочки)
Подростковый возраст	13–16 лет (мальчики); 12–15 лет (девочки)
Юношеский возраст	17–21 (юноши); 16–20 (девушки)
Зрелый возраст, I период	22–35 (мужчины); 21–35 (женщины)
Зрелый возраст, II период	36–60 (мужчины); 36–55 (женщины)
Пожилой возраст	61–74 (мужчины); 56–74 (женщины)
Старческий возраст	75–90 лет (мужчины и женщины)
Долгожители	90 лет и выше

Большинство антропометрических показателей имеют значительные индивидуальные колебания. Приводим усредненные показатели (табл. 4).

**Таблица 4. Антропометрические показатели**

Показатели	Новорожденные		Взрослые	
	м	ж	м	ж
Длина тела, см	50,812,5	50,0±2,5	174,5±6,6	162,6±6,1
Масса тела, кг	3,5±0,59	3,4±0,59	71,7+10,0	56,7±8,6
Площадь поверхности тела, см	2200	2200	18 000	16 000

При оценке площади поверхности отдельных участков тела взрослого человека можно применять «правило девятки», согласно которому голова и шея составляют 9% площади поверхности тела; верхние конечности (каждая 9%) — 18%, нижние (каждая 18%) — 36%; передняя часть туловища — 18%; задняя часть — 18%; промежность 1%; ладонь и пальцы — 1%.

Развитие человека происходит в течение всей его жизни начиная от образования зиготы и кончая смертью. Рост же (увеличение массы) заканчивается к 20–25 годам. Рост и развитие человека имеют целый ряд закономерностей.

Генетическая детерминированность. Рост и развитие зависят от генома человека, однако взаимодействие совокупности генов друг с другом и с различными факторами внешней среды может в той или иной мере влиять на фенотип.

Стадийность. Рост и развитие индивидуума протекают стадийно. При этом последовательность стадий также детерминирована. Однако временные границы между отдельными стадиями варьируют. Активность процесса различная в разных стадиях, что дает основание говорить о цикличности. В каждой стадии в организме происходят количественные и качественные изменения, что обуславливает необратимость процесса.

Каждый период онтогенеза человека проявляется характерными физиологическими особенностями. Длина тела и его масса являются интегральными показателями, позволяющими судить о физическом развитии человека. Рост человека продолжается в течение первых 20 лет его жизни. Как правило, увеличение длины тела у мужчин заканчивается в возрасте 18–20 лет, у женщин 16–20 лет. Впоследствии до 60–65 лет длина тела не изменяется, а после этого в связи с укорочением (уплощением) межпозвоночных дисков, изменением осанки тела и уплощением сводов стопы длина тела уменьшается примерно на 1–1,5 мм в год. В конце первого лунного месяца беременности длина зародыша составляет около 10 мм, в конце второго — 20–30 мм, а масса тела — 35 г, в конце шестого длина тела — 30 см, а масса — 600–700 г, в конце девятого длина — 47 см, масса 2000–2500 г. В течение первого года жизни ребенка происходит наибольший прирост длины тела (на 21–25 см), в периоды раннего и первого детства скорость роста быстро уменьшается, в начале периода второго детства скорость роста стабилизируется (4,5–5,5 см в год), а в конце резко возрастает. В подростковом возрасте годичная прибавка длины тела у мальчиков составляет в среднем 5,8 см, у девочек — 5,0–5,7 см. При этом у девочек наибольшее ускорение роста имеет место в возрасте от 10 до 13 лет, а у мальчиков — в подростковом, после чего оно замедляется.

Масса тела увеличивается до 20–25 лет. Масса тела удваивается к 6 месяцам, утраивается к году и увеличивается примерно в 4 раза к двум годам. Увеличение длины и массы тела идет примерно одинаковыми темпами. Максимальная годичная прибавка массы тела имеет место в подростковом возрасте, при этом максимум у девочек при-

ходится на 13-й, у мальчиков — на 15-й год жизни. Обычно стабильная масса тела сохраняется до 40–46 лет. Следует стремиться к тому, чтобы в течение всей жизни масса тела человека сохранялась в пределах цифр 19–20-летнего возраста.

За последние 100–150 лет наблюдается акселерация — ускорение морфофункционального развития и созревания всего организма детей и подростков, которая в большей степени проявляется в экономически развитых странах. У мужчин акселерация выражена в большей степени. Так, масса тела новорожденных детей возросла в среднем на 100–300 г, годовалых — на 1500–2000 г, длина тела — на 5 см. Длина тела детей в периодах второго детства и в подростковом увеличилась на 10–15 см, а взрослых мужчин — на 6–8 см. Сократился период увеличения длины тела человека: в конце прошлого века рост продолжался до 23–26 лет, в настоящее время мужчины растут до 18–19, а женщины — до 16–17 лет. Ускорились прорезывание молочных и постоянных зубов, психическое развитие, половое созревание. Средний возраст начала менструаций у девочек уменьшился с 16,5 лет в начале XIX века до 12–13 лет в настоящее время, а наступление менопаузы — с 43–45 лет в начале XX века до 48–50 лет. Комплекс изменений у взрослого человека называют «секулярным трендом» (вековая традиция).

Юношеский возраст совпадает с периодом созревания. В юношеском возрасте рост и развитие организма в основном завершаются, все аппараты и системы органов практически достигают морфофункциональной зрелости.

Строение тела в зрелом возрасте изменяется мало, а в пожилом и старческом прослеживаются характерные для этих возрастов перестройки, которые изучает специальная наука геронтология (от греч. *geron* — «старик»). Временные границы старения варьируют в широких пределах у различных индивидуумов. В старческом возрасте происходит снижение адаптационных возможностей организма, изменяются морфофункциональные показатели всех аппаратов и систем органов, в этом важнейшая роль принадлежит лимфоидной, нервной и кровеносной системам.

Старение — генетически детерминированный процесс. Следует особо подчеркнуть, что активный образ жизни, регулярные занятия физической культурой замедляют процесс старения, однако это возможно в пределах, обусловленных наследственными факторами.

Половые признаки отличают мужчину от женщины. Они делятся на первичные (половые органы) и вторичные (например, развитие волос на лобке, развитие молочных желез, изменение голоса и др.). Об этом подробно в разделе «Мочеполовой аппарат» (см. с. 138).

В табл. 5 приведены пропорции тела у людей разных типов телосложения.

**Таблица 5. Характеристика пропорций тела человека  
(по П. Н. Башкирову)**

Типы	Относительные размеры частей тела к длине тела, %				
	Длина		Ширина		
	<i>туловища</i>	<i>ноги</i>	<i>руки</i>	<i>плеч</i>	<i>таза</i>
Долихоморфный	29,5	55,0	46,5	21,5	16,0
Мезоморфный	31,0	53,0	44,5	23,0	16,5
Брахиморфный	33,5	51,0	42,5	24,5	17,5

Уже при первом взгляде на человека видны особенности его индивидуального строения. В анатомии есть понятие о типах телосложения. Телосложение определяется генетическими (наследственными факторами, влиянием внешней среды, социальными условиями). Выделяют три типа телосложения человека: мезоморфный, брахиморфный и долихоморфный.

К мезоморфному (от греч. *mesos* — «средний», *morphe* — «вид, форма») типу телосложения (нормостеники) были отнесены те люди, чьи анатомические особенности приближаются к усредненным параметрам нормы (с учетом возраста, пола и т. д.) Лица брахиморфного телосложения (от греч. *brachys* — «короткий»), или гиперстеники, отличаются преобладанием поперечных размеров, упитанностью, имеют не очень высокий рост. Сердце относительно больших размеров расположено поперечно благодаря высоко стоящей диафрагме. Это приводит к укорочению легких, петли тонкой кишки расположены преимущественно горизонтально. Лица долихоморфного типа телосложения (от греч. *dolichos* — «длинный»), или астеники, отличаются стройностью, легкостью, преобладанием продольных размеров над поперечными, относительно более длинными конечностями, слабым развитием мышц и жира, узкими костями. Их внутренности опущены, диафрагма ниже, поэтому легкие длиннее, а сердце расположено почти вертикально.

Нормальная анатомия рассматривает расположение частей тела и органов человека, который стоит с опущенными супинированными верхними конечностями (ладони обращены вперед). В каждой части тела выделяют области.

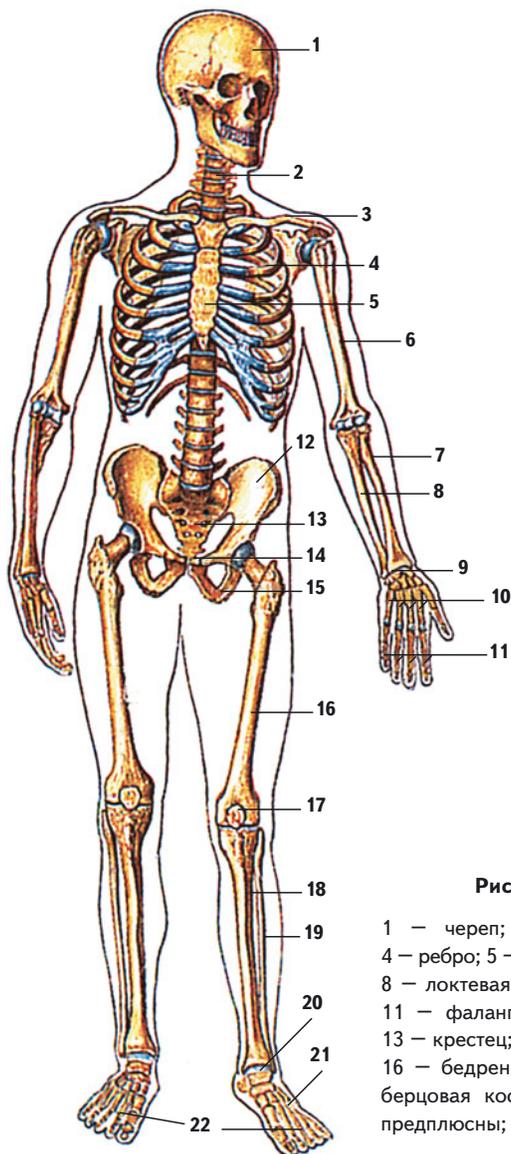
В качестве ориентиров в анатомии служат линии и плоскости. Для определения положения органов используют три взаимоперпендикулярные плоскости: *сагиттальную* (от греч. *sagitta* — «стрела»), вертикально рассекающую тело спереди назад; *фронтальную* (от лат. *frons* — «лоб») плоскость, перпендикулярную к первой, вертикальную, ориентированную справа налево соответственно плоскости лба; *горизонтальную* плоскость, перпендикулярную первым двум. В теле человека условно можно провести множество таких плоскостей. Сагиттальную плоскость, которая делит тело пополам на правую и левую половины, называют *срединной*. Для обозначения расположения органов по отношению к горизонтальной плоскости применяют термины «верхний» (краниальный, от лат. *cranium* — «череп»), «нижний» (каудальный от лат. *cauda* — «хвост»); по отношению к фронтальной плоскости «передний» (вентральный от лат. *venter* — «живот»), «задний» (дорсальный от лат. *dorsum* — «спина»). Выделяют также понятия «боковой» (латеральный), расположенный на удалении от срединной сагиттальной плоскости, и «средний» (медиальный), лежащий ближе к срединной плоскости. Для обозначения частей применяются термины «проксимальный» (расположенный ближе к началу конечности) и «дистальный» (находящийся дальше от туловища). Кроме того, в анатомии употребляются такие общие прилагательные, как «правый», «левый», «большой», «малый», «поверхностный», «глубокий».

При изучении анатомии у живого человека органы проецируют на поверхность тела, для определения границ используют ряд вертикальных линий. Это передняя и задняя срединные, первая проходит по середине передней поверхности тела человека, разделяя его на две симметричные половины правую и левую, вторая — вдоль вершин остистых отростков позвонков; правая и левая грудинные, проведенные вдоль соответствующих краев грудины; среднеключичные, проведенные через середины ключиц; подмышечные: передние, задние, проведенные через соответствующие края и середину подмышечной ямки; лопаточные, проведенные через нижние углы лопаток; околопозвоночные, проведенные вдоль позвоночного столба через реберно-поперечные суставы.

# УЧЕНИЕ О КОСТЯХ (ОСТЕОЛОГИЯ)

## СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА

Скелет (от греч. ske'letos — «высохший, высушенный») представляет собой совокупность костей, определенным образом соединенных одна с другой и выполняющих множество функций: опорную, защитную, локомоторную, формообразующую, преодоление силы тяжести. Форма тела человека обусловлена скелетом, имеющим билатеральную симметрию и сегментарное строение. Общая масса скелета составляет от 1/7 до 1/5 массы тела человека. В состав скелета человека входят более 200 костей, в том числе 33—34 кости скелета непарные: позвонки, крестец, копчик, некоторые кости черепа и грудина. Остальные кости парные. Скелет условно подразделяют на 2 части: осевой и добавочный. К *осевому* скелету относят позвоночный столб (26 костей), череп (29 костей), грудную клетку (25 костей), к *добавочному* — кости верхних (64) и нижних (62) конечностей (рис. 5).



**Рис. 5. Скелет человека. Вид спереди:**

1 — череп; 2 — позвоночный столб; 3 — ключица; 4 — ребро; 5 — грудина; 6 — плечевая кость; 7 — лучевая кость; 8 — локтевая кость; 9 — кости запястья; 10 — кости пясти; 11 — фаланги пальцев кисти; 12 — подвздошная кость; 13 — крестец; 14 — лобковая кость; 15 — седалищная кость; 16 — бедренная кость; 17 — надколенник; 18 — большеберцовая кость; 19 — малоберцовая кость; 20 — кости предплюсны; 21 — кости плюсны; 22 — фаланги пальцев стопы

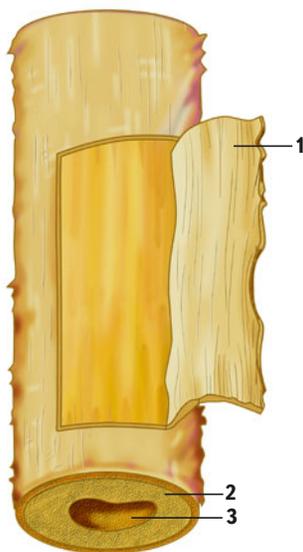
Кости скелета являются рычагами, приводимыми в движение мышцами. В результате этого части тела изменяют положение по отношению друг к другу и передвигают тело в пространстве.

К костям прикрепляются связки, мышцы, сухожилия, фасции. Скелет образует вместилища для органов, защищая их от внешних воздействий: в полости черепа расположен головной мозг, в позвоночном канале — спинной, в грудной клетке — сердце и крупные сосуды, легкие, пищевод и др., в полости таза — мочеполовой аппарат.

В отличие от животных скелет человека имеет ряд особенностей. Это, в первую очередь, череп, вмещающий головной мозг и органы чувств, а также части скелета, связанные с прямохождением и трудовой деятельностью: свободные верхние конечности, осуществляющие трудовые процессы, кости нижних конечностей, служащие опорой при прямохождении (особенно стопа и таз).

Кости образованы соединительной *костной тканью*, которая состоит из клеток и плотного межклеточного вещества, богатого коллагеном и минеральными компонентами. Они-то и определяют физико-химические свойства костной ткани (твердость и упругость). В костной ткани содержится около 33% органических веществ (коллаген, гликопротеиды и др.) и 67% неорганических соединений. Это в основном кристаллы гидроксиапатита. Снаружи кости покрыты надкостницей (рис. 6).

Кости участвуют в минеральном обмене, они являются депо кальция, фосфора и т. д. Живая кость содержит витамины А, Д, С и др. Жизнедеятельность кости зависит от функций гипофиза, щитовидной и паращитовидной желез, надпочечников и половых желез (гонад).



**Рис. 6. Строение диафиза трубчатой кости. Надкостница:**

1 — надкостница; 2 — компактное вещество; 3 — костномозговая полость

## КОМПАКТНОЕ КОСТНОЕ ВЕЩЕСТВО

В *компактном костном веществе* костные пластинки располагаются в определенном порядке. Снаружи под надкостницей лежат параллельными рядами наружные окружающие пластинки. Кнутри от них располагаются остеоны, которые являются структурной единицей кости (рис. 7).

Остеон представляет собой 5–20 цилиндрических пластинок, вставленных одна в другую, в центре проходит центральный канал (гаверсов). Диаметр остеона составляет 0,3–0,4 см, длина — до 2-х см. В соседних пластинках одного остеона волокна ориентированы в разных направлениях, что увеличивает механические свойства кости, при этом пластинки соединены между собой переходящими из одной пластинки в другую дугообразными коллагеновыми волокнами, которые принадлежат пластинкам с продольным ходом волокон (рис. 8).

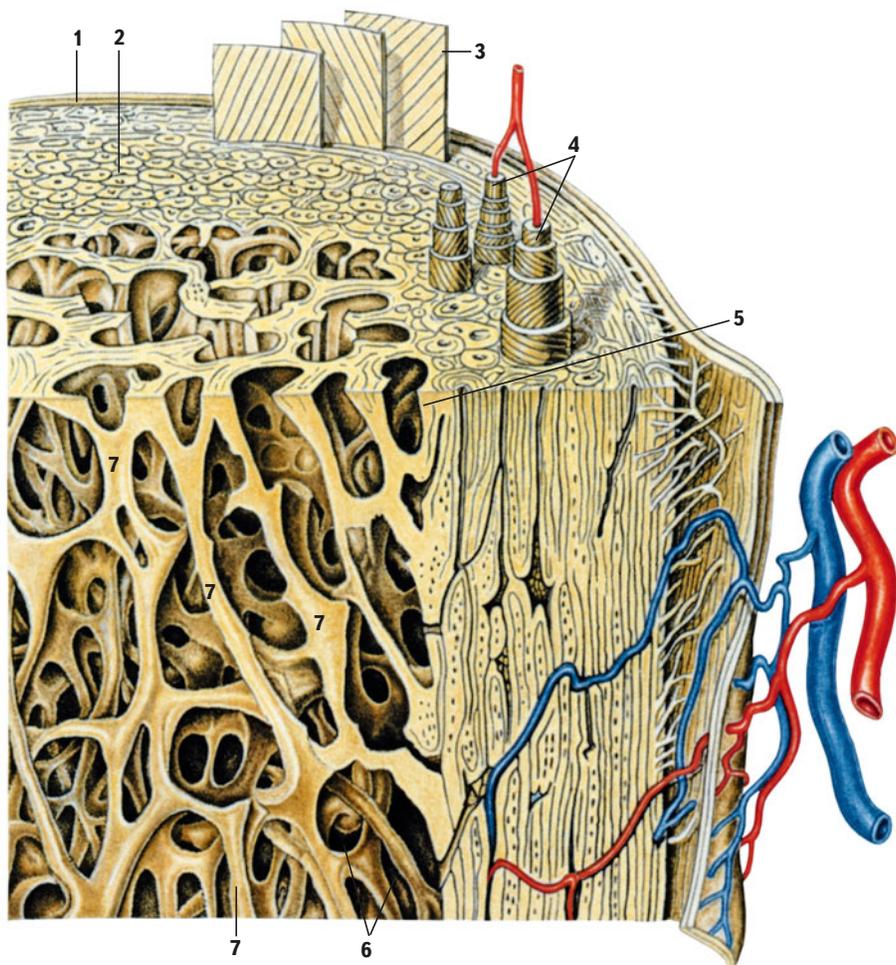
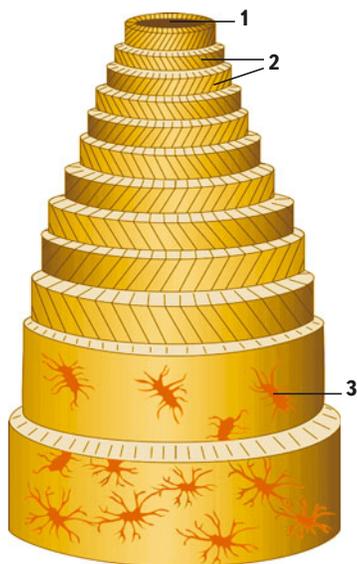


Рис. 7. Строение трубчатой кости:

1 — надкостница; 2 — компактное вещество кости; 3 — слой наружных окружающих пластинок; 4 — остеоны; 5 — слой внутренних окружающих пластинок; 6 — костномозговая полость; 7 — костные перекладины губчатой кости

(по В. Баргману)



**Рис. 8. Схема строения остеона:**

- 1 — центральный канал (канал остеона);  
 2 — пластинки остеона; 3 — костная  
 клетка (остеоцит)

Изнутри канал выстлан *эндостом*, образованным тонкой соединительнотканной пластинкой, на которой лежат плоские остеогенные клетки. Среди этих клеток встречаются и остеокласты. Эндост выстилает все полости, находящиеся в кости, включая костномозговую, ячейки губчатого вещества, каналы остеонов. Остеогенные клетки последнего, превращаясь в остеобласты, образуют новые остеоны, участвуют в восстановлении кости при повреждениях.

## ГУБЧАТОЕ КОСТНОЕ ВЕЩЕСТВО

*Губчатое костное вещество* составляет основу эпифизов. Оно состоит из тонких костных пластинок и перекладин (костных балок), перекрещивающихся между собой и образующих множество ячеек (рис. 9).

В различных костях губчатое вещество имеет неодинаковое строение. Так, в шейке бедра губчатое вещество образовано связанными между собой циркулярными системами пластинок, которые подобно остеонам формируют переходящие одна в другую овальные или округлые пространства, заполненные красным костным мозгом. Такое губчатое вещество носит название *трубчатого*.

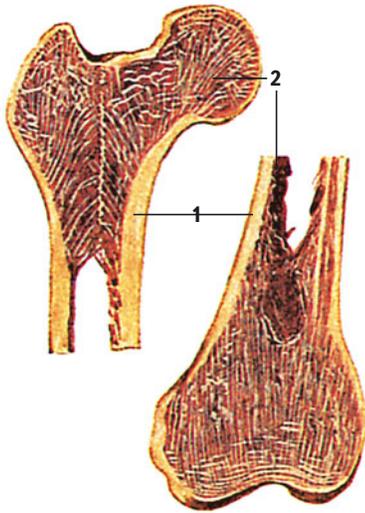
Направление перекладин (балок) совпадает с кривыми сжатия и растяжения, образуя конструкцию сводчатой арки. Такое расположение костных балок под углом друг к другу обеспечивает равномерную передачу давления или тяги мышц на кость (рис. 10).

Губчатое вещество, расположенное между двумя пластинками компактного вещества в костях свода черепа, получило название промежуточного — *диплоэ*. В отличие от описанного выше, оно называется *пластинчатым губчатым веществом* и не формирует циркулярных трубчатых систем. Наружная пластинка этих костей свода черепа толстая, прочная, а внутренняя — тонкая, при травме легко ломается — *стеклянная пластинка*.

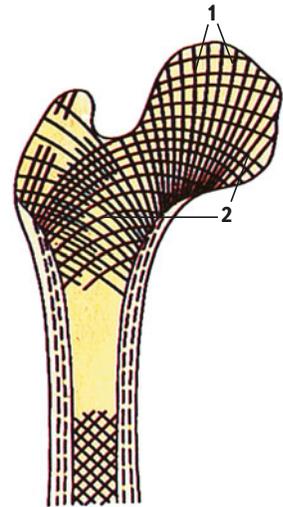
Количество концентрических пластинок остеона, а следовательно его диаметр, лимитируется тем максимальным расстоянием (не более 0,2 мм), на котором могут находиться остеоциты от источника питания — сосуда, проходящего в центральном канале остеона. Это расстояние не должно превышать 0,2 мм, а диаметр остеона — 0,4 мм, т. к. остеоциты питаются за счет тканевой жидкости, поступающей по системе канальцев, в которых проходят контактирующие между собой отростки. Между остеонами залегают промежуточные пластинки, которые являются остатками остеонов, разрушенных в процессе жизнедеятельности и перестройки кости. Кнутри от остеонов расположены параллельные внутренние окружающие пластинки. Каналы остеонов сообщаются между собой и с сосудами надкостницы с помощью коротких поперечных каналов.

Снаружи в кость проникают фолькмановские каналы, в которых проходят сосуды, питающие кость. Между пластинками залегают огромное количество остеоцитов.

В гаверсовых каналах проходят кровеносные капилляры. В перикапиллярном пространстве залегают макрофаги, проходят нервные волокна и лимфатические сосуды.



**Рис. 9. Взаимоотношение компактного (1) и губчатого (2) веществ у проксимального и дистального эпифизов бедренной кости**



**Рис. 10. Расположение костных перекладин в губчатом веществе (по линиям сжатия и растяжения):**

- 1 — линии сжатия (давления);  
2 — линии растяжения

Механические свойства костей велики и разнообразны. Так, сопротивление свежей кости и чистой меди на растяжение одинаковы и в 9 раз выше, чем сопротивление свинца. Кость выдерживает сжатие  $10 \text{ кг/мм}^2$  (аналогично чугуну), в то время как кирпич — лишь  $0,5 \text{ кг/мм}^2$ . А предел прочности ребер на излом достигает  $110 \text{ кг/см}^2$ . Это связано с особенностями химического состава, структуры и архитектоники костей. Механические свойства кости в значительной мере зависят от структуры ее волокнистых элементов, которые имеют пять уровней организации.

1) Молекулярный — тропоколлаген, тропоэластин (микрофибриллярный структурный гликопротеид эластина).

2) Надмолекулярный — коллагеновые и эластиновые микрофибриллы, аморфнофиламенозное эластиновое волокно.

3) Фибриллярный — коллагеновые и эластиновые фибриллы.

4) Волоконный — коллагеновые, эластиновые и смешанные волокна.

5) Фибриллы и волокна имеют специальную форму, они ветвятся, объединяются между собой, создавая волоконный остов.

При этом большая часть волокон ориентирована вдоль возможного направления сил. В остеонах человека коллагеновые фибриллы ориентированы в четырех главных направлениях соответственно большим диагоналям куба.

## КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТЕЙ

Кости отличаются друг от друга по форме, при этом их форма и выполняемая функция взаимосвязаны и взаимообусловлены. По форме выделяют трубчатые (длинные и короткие), короткие, плоские, ненормальные (смешанные) и воздухоносные кости (рис. 11).

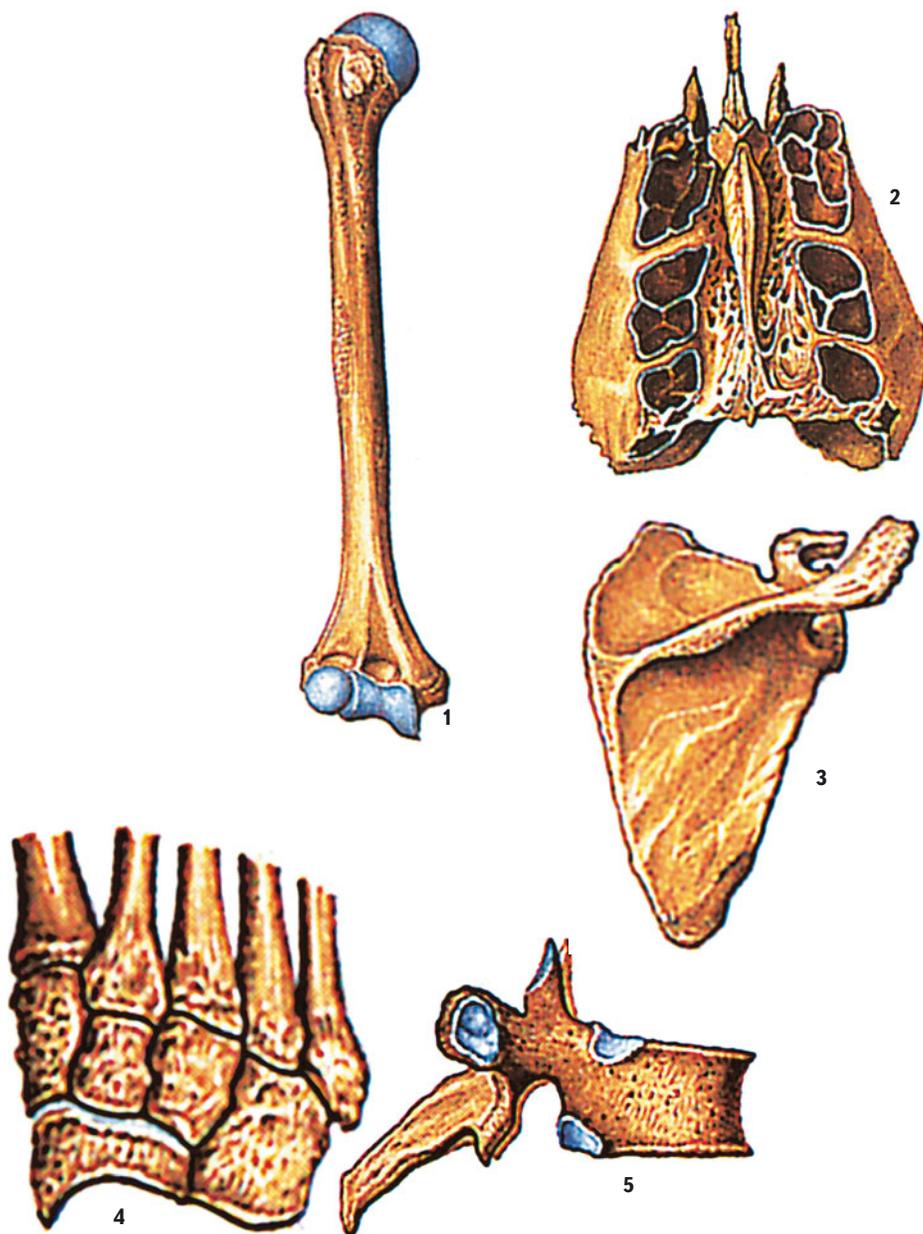


Рис. 11. Различные виды костей:

- 1 — длинная (трубчатая) кость; 2 — воздухоносная кость (решетчатая кость);  
3 — плоская кость; 4 — губчатые (короткие) кости; 5 — смешанная кость

## ТРУБЧАТЫЕ КОСТИ

В *трубчатой кости* различают удлиненную среднюю часть — *тело кости*, или *диафиз*, обычно цилиндрической или близкой к трехгранной формы — и утолщенные концы — *эпифизы*. На эпифизах располагаются суставные поверхности, покрытые суставным хрящом, служащие для соединения с соседними костями. Участок кости, расположенный между диафизом и эпифизом, называется *метафизом*.

## ГУБЧАТЫЕ КОСТИ

*Губчатые (короткие) кости*, как и эпифизы трубчатых костей, состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества. К ним следует отнести кости, развивающиеся в сухожилиях, — *сесамовидные кости* (гороховидная, надколенник). Губчатые кости имеют форму неправильного куба или многогранника с закругленными углами и гранями. Такие кости располагаются в местах, где большая нагрузка сочетается с большой подвижностью.

## ПЛОСКИЕ КОСТИ

*Плоские кости* участвуют в образовании полостей, поясов конечностей, выполняют функцию защиты (кости крыши черепа, грудина, ребра, тазовые кости). К их поверхности прикрепляются мышцы.

## СМЕШАННЫЕ КОСТИ

*Смешанные (ненормальные) кости* имеют сложную форму. Они состоят из нескольких частей, различных по строению, очертанию и происхождению: например, позвонки, кости основания черепа. В таких костях присутствуют элементы губчатых, плоских и других костей.

## ВОЗДУХОНОСНЫЕ КОСТИ

*Воздухоносные кости* имеют в своем теле полости, выстланные слизистой оболочкой и заполненные воздухом. Это, например, некоторые кости черепа: лобная, клиновидная, решетчатая, верхняя челюсть.

Внутри костей в костномозговых полостях и ячейках губчатого вещества, выстланных эндостом (слоем плоских остеогенных клеток, лежащих на тонкой соединительнотканной пластинке), находится костный мозг. Во внутриутробном периоде и у новорожденных во всех костномозговых полостях имеется красный костный мозг, он выполняет кроветворную и защитную функции. У взрослого человека красный костный мозг содержится только в ячейках губчатого вещества плоских костей (грудина, крылья подвздошных костей), в губчатых костях и эпифизах трубчатых костей. В костномозговых полостях диафизов находится желтый костный мозг.