

# Анатомия

**Анатомия** -раздел биологии и конкретно морфологии, изучающий строение тела организмов и их частей на уровне выше клеточного. Анатомия как наука изучает не только внешнее строение организма в целом, но и внутреннюю форму и структуру органов, входящих в его состав.

**Базовые разделы:**

**Цитология**-наука о клетке

**Остеология**-наука о костях

**Синдесмология**- учение о соединениях частей скелета

**Миология**-наука о мышцах

**Спланхнология**-учение о внутренних органах пищеварительной, дыхательной и мочеполовой систем.

**Ангиология** — учение о кровеносной и лимфатической системах

**Неврология**— учение о центральной и периферической нервных системах

**Эстеziология** — учение об органах чувств

**Эндокринология** — наука о строении и функциях эндокринной системы

# ЦИТОЛОГИЯ

Раздел биологии, изучающий живые клетки, их органоиды, их строение, функционирование, процессы клеточного размножения, старения и смерти.

**Клетка** — структурно-функциональная элементарная единица строения и жизнедеятельности

всех организмов (кроме вирусов и вирионов — форм жизни, не имеющих клеточного строения).

Обладает собственным обменом веществ, способна к самостоятельному существованию и самовоспроизведению.

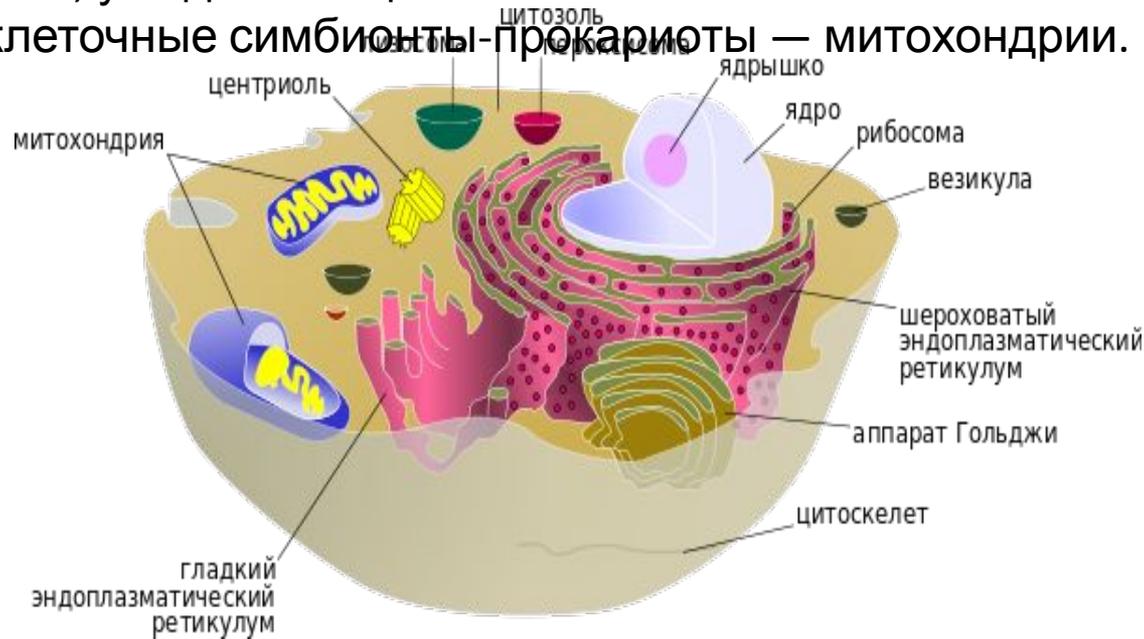
Все клеточные формы жизни на Земле можно разделить на две группы:

**Прокариоты** (доядерные) — более простые по строению.

**Эукариоты** (ядерные) — более сложные, возникли позже. Клетки, составляющие тело человека, являются

# Строение эукариотических клеток

- **Эукариоты** — организмы, обладающие, в отличие от прокариот, оформленным клеточным ядром, отграниченным от цитоплазмы ядерной оболочкой. Генетический материал заключён в нескольких линейных двухцепочных молекулах ДНК (в зависимости от вида организмов их число на ядро может колебаться от двух до нескольких сотен), прикреплённых изнутри к мембране клеточного ядра и образующих у подавляющего большинства комплекс с белками-гистонами, называемый хроматином. В клетках эукариот имеется система внутренних мембран, образующих, помимо ядра, ряд других органоидов (эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи и др.). Кроме того, у подавляющего большинства имеются постоянные внутриклеточные симбионты — митохондрии.



**Цитоплазма.** Цитоплазма клетки неоднородна, в ней различают: цитолемму (плазмолемму), гиалоплазму, органеллы и цитоплазматические включения.

**Цитолемма** (плазмолемма) отделяет клетку от окружающей среды, регулирует обмен веществ в клетке и обеспечивает постоянство ее внутренней среды. В ее состав входят

соединения белков и липидов с углеводами (гликопротеиды и гликолипиды), причем углевод содержащие части этих молекул находятся в поверхностном слое цитолеммы

— гликокаликсе. Холестерин, наоборот, располагается главным образом в глубоких ее слоях. На поверхности цитолеммы находятся так называемые рецепторы — молекулы, взаимодействующие с биологически активными веществами гормонами, медиаторами и т.

и способствующие их «узнаванию» клеткой. Цитолемма участвует в поглощении клеткой крупных частиц (фагоцитозе) или макромолекул (пиноцитозе), подвергающихся процессам внутриклеточного пищеварения. Она обеспечивает выделение из клетки наружу ненужных продуктов обмена (экзоцитоз).

**Гиалоплазма**—это основное вещество клетки, в котором располагаются все внутриклеточные образования, имеющие определенное строение и выполняющие специфическую функцию. Различают органеллы мембранные и немембранные, общего значения и специальные. К органеллам общего значения относятся: эндоплазматичес-

кая сеть, рибосомы, митохондрии, лизосомы, комплекс Гольджи (внутренний сетчатый аппарат) и центриоли.

- **Эндоплазматическая сеть** представляет собой систему канальцев, обеспечивающую транспорт веществ из окружающей среды и внутри клетки. Незернистая (гладкая) эндоплазматическая сеть участвует в синтезе углеводов и липидов, а зернистая, с рибосомами на поверхности, в синтезе белка.
- **Рибосомы** вырабатывают белок.
- **Митохондрии** являются источником энергии.
- **Лизосомы** содержат большое количество ферментов и осуществляют внутриклеточное пищеварение.
- **Комплекс Гольджи** (внутренний сетчатый аппарат) является местом скопления веществ, секретируемых клеткой.
- **Центриоли**, образующие centrosому, принимают участие в делении клетки.
- Специальные органеллы связаны со специфической функцией клетки. К ним относятся миофибриллы в мышечных клетках, нейрофибриллы — в нервных, тонофибриллы — в эпителиальных.
- **Включения**—это зернышки белка, капельки жира, пигмента, которые могут быть или не быть в клетке, в отличие от органелл — постоянных ее образований.
- **Лизосомы** во многом отличаются от других органелл мембранного строения. Структурная изменчивость лизосом определяется тем, что их мембраны могут иметь разные источники

происхождения: эндоплазматическую сеть, комплекс Гольджи, цитолемму и др. в мембранах лизосом располагаются ферментные рецепторы, проявляющие свою активность при аварийных состояниях клетки. Это обеспечивает ферментную защиту клеток от ненужных или чужеродных продуктов обмена веществ и патогенных микроорганизмов.

- **Ядро.** Оно состоит из ядерной оболочки, кариоплазмы (нуклеоплазмы) и хроматиновых структур. Ядерная оболочка построена по типу обычной мембраны, содержит поры. Она отделяет ядро от цитоплазмы. В ядре может быть одно или два ядрышка, которые принимают участие в обмене веществ, в том числе и в образовании рибосом

# Ядро

- Клеточное ядро содержит молекулы ДНК, на которых записана генетическая информация организма. В ядре происходит удвоение молекул ДНК, а также синтез молекул РНК на матрице ДНК. В ядре же синтезированные молекулы РНК претерпевают некоторые модификации (например, в процессе сплайсинга из молекул матричной РНК исключаются незначительные, бессмысленные участки), после чего выходят в цитоплазму. Сборка рибосом также происходит в ядре, в специальных образованиях, называемых ядрышками. Компартмент для ядра — кариотека — образован за счёт расширения и слияния друг с другом цистерн эндоплазматической сети таким образом, что у ядра образовались двойные стенки за счёт окружающих его узких компартментов ядерной оболочки. Полость ядерной оболочки называется **люменом** или **перинуклеарным пространством**. Внутренняя поверхность ядерной оболочки подстигается ядерной ламиной, жесткой белковой структурой, образованной белками-ламинами, к которой прикреплены нити хромосомной ДНК. В некоторых местах внутренняя и внешняя мембраны ядерной оболочки сливаются и образуют так называемые ядерные поры, через которые происходит материальный обмен между ядром и цитоплазмой.

# Остеология

Данный раздел изучает скелет в целом, отдельные кости, костную ткань. Кости человека представляют собой твердую опору для мягких тканей и играют роль рычагов, перемещающихся при помощи силы сокращения мышц. В организме кости образуют целую систему. Эта система включает в себя осевой и добавочный скелет. Осевой скелет состоит из черепа, кости грудной клетки и позвоночного столба. Добавочный скелет необходим для объединения костей верхней и нижней конечности.

Скелет человека состоит более чем из 200 костей, при этом 85 из них являются парными. Каждая кость в теле является отдельным органом, который построен из соединительных тканей, костного мозга с сосудами и нервами.

В общей системе скелета можно выделить костную и хрящевую часть. При этом костная часть является основной. Хрящевая же часть состоит из суставных, эпифизарных и реберных хрящей (*cartilagine srticulares*, *cartilagine epiphysiales*, *cartilagine costales*).

Скелет можно разделить на два отдела: осевой и добавочный. К первому относятся кости головы, лица, шеи и туловища; ко второму — кости верхних и нижних конечностей и их поясов — плечевого и тазового. Осевой скелет взрослого человека состоит из 80 костей, он включает череп, позвоночный столб, 12 пар ребер и грудину. Позвоночный столб состоит из 33-34 позвонков. Семь самых маленьких, подвижных шейных позвонков составляют наиболее подвижный, шейный отдел позвоночника, 12 более крупных, грудных позвонков вместе с ребрами образуют пространство, защищающее органы грудной клетки, а 5 мощных поясничных позвонков находятся в нижней части спины. Пять крестцовых позвонков срослись в одну кость — крестец. Оставшиеся 4-5 позвонков составляют копчиковый отдел (наш недоразвитый хвост).

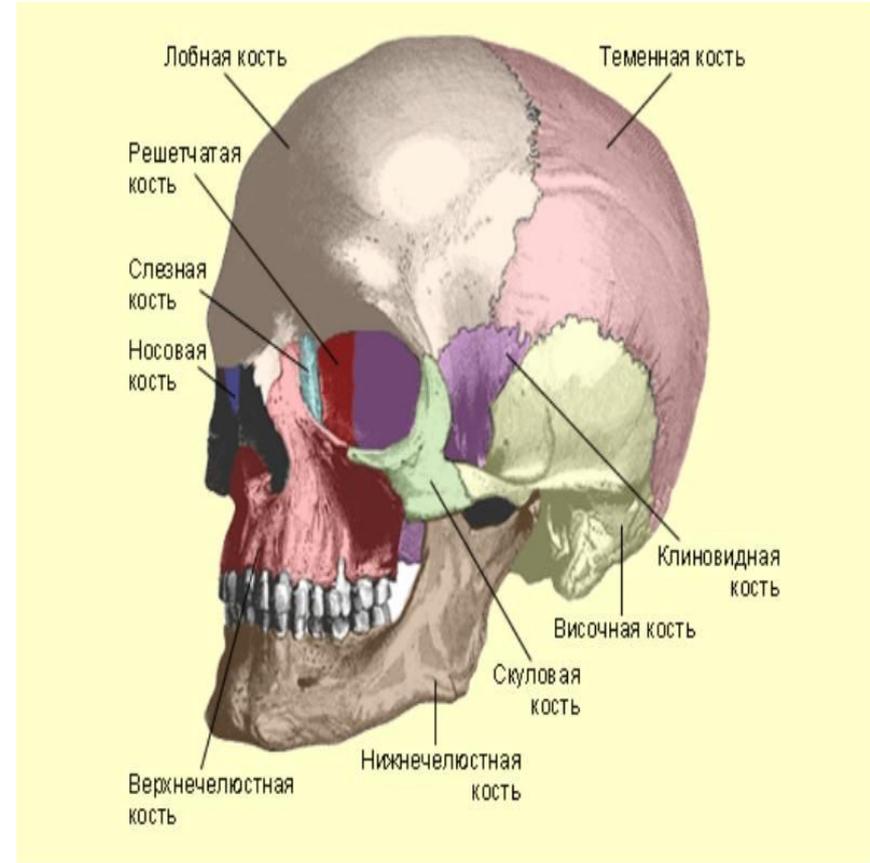
По форме можно различить длинные, короткие и плоские кости (*ossa longi*, *ossa brevia*, *ossa plana*). Также встречаются воздухоносные кости (*ossa pneumatica*), внутри которых имеются воздушные полости. Однако в большей части в организме имеются смешанные или ненормальные кости (*ossa irregular*), которые соединяют в себе разные по форме и строению масти.

- Сама кость снаружи покрыта надкостницей (periosteum) – тонкой соединительной оболочкой с волокнистым и остеогенным слоем. Волокнистый слой располагается поверхностно и соединяет кость с прободающими волокнами, в нем имеются лимфатические и кровеносные сосуды и нервы. Через данное волокно сосуды проходят внутрь кости через питательные отверстия, затем попадают в костный мозг через питательный канал. Остеогенный слой является внутренним, он состоит из остеобластов, то есть образующих клеток, которые участвуют во всех процессах развития и перестройки костной ткани. Именно они играют главную роль для регенерации при травмах и переломах. Надкостница может переходить в надхрящницу (perichondrium) на границах с суставными хрящами. Благодаря этому кость полностью окутывается непрерывающейся соединительной оболочкой, которая покрывает не только поверхность кости, но и все имеющиеся образования. К таким образованиям относятся отростки, ости, бугры и бугорки, гребни, а также шероховатые линии, углубления и ямки, и так далее.
- Длинные кости, (плечевые, ключица, фаланги и пястные кости), состоят из диафиза (diaphysis) и двух эпифизов (epiphyses). Диафиз – это средняя часть, а эпифизы – два концевых отдела. При этом эпифиз, расположенный ближе к осевой части скелета, называется проксимальным эпифизом (epiphysis proximalis), а более отдаленный – дистальный эпифиз (epiphysis distalis).
- На грани диафиза и эпифизов располагаются участки с названием «метафизы» (metaphyses). Они являются заметными только в костях подростков или детей. Это связано с тем, что в этом возрасте сохраняется прослойка хряща в виде эпифизарного хряща (cartilage epiphysialis). Этот хрящ позволяет костям расти в длину, а когда кость будет полностью сформирована, он будет замещен костной тканью, которая и будет формировать эпифизарную линию.
- Некоторые черепные кости (решетчатая, клиновидная, лобная и верхняя челюсть) имеют воздухоносные пазухи, при помощи которых соединяются с полостью носа. Тем не менее, целый ряд участка черепных костей имеет утолщения в виде контрфорсов. К таким участкам относятся лобно-носовая, крыловидно-небная, нижнечелюстная и альвеолярно-скуловая кость. Эти утолщения являются основными опорными местами и позволяют ослабить механические толчки, которые испытывает череп.

# Скелет головы

- Скелетом головы является череп, отдельные кости которого делят на кости черепа и кости лица. Кости черепа формируют полость, внутри которой расположен головной мозг. В свою очередь, кости лица формируют остов лица и начальные отделы дыхательных (воздухоносных) путей и пищеварительной трубки. Оба отдела (кости черепа и кости лица) образованы множеством отдельных костей, сочленённых между собой неподвижно посредством швов. Исключение составляют нижняя челюсть, которая благодаря височно-нижнечелюстному суставу подвижно соединена с височной костью и подъязычная кость, имеющая форму подковы и залегающая под телом языка, которая соединена с другими костями посредством связок

- **Череп**
- **Мозговой отдел** (8 костей): лобная кость; теменная кость; затылочная кость; клиновидная кость; височная кость; решётчатая кость.
- **Лицевой отдел** (15 костей): верхняя челюсть; нёбная кость; сошник; скуловая кость; носовая кость; слёзная кость; нижняя носовая раковина; нижняя челюсть; подъязычная кость.
- **Кости среднего уха**: молоточек; наковальня; стремя.



# Кости туловища

Кости туловища представлены позвонками, соединёнными в одну колонну и образующими позвоночный столб, рёбрами и грудиной.

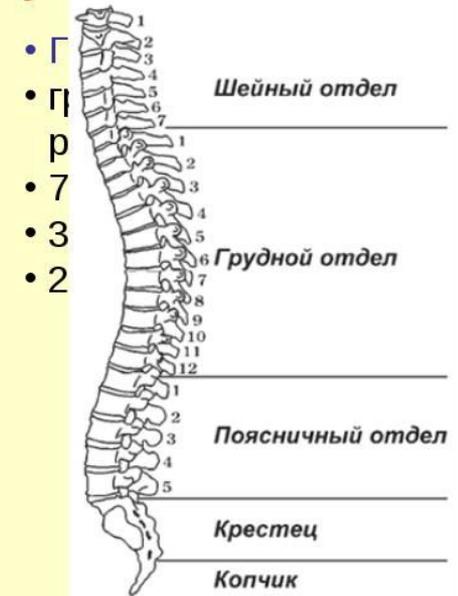
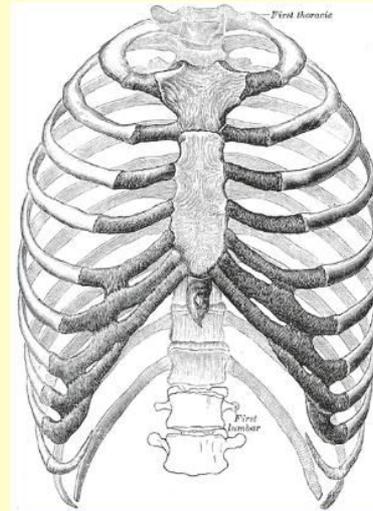
**Позвоночный столб** состоит из 32—34 позвонков:

- шейные позвонки (7 костей, в том числе атлант и эпистрофей);
- грудные позвонки (12 костей);
- поясничные позвонки (5 костей);
- крестцовые позвонки (5 костей) срослись в *крестец*;
- копчиковые позвонки (3—5 костей) срослись в *копчик*.

**Грудная клетка** состоит из 37 костей (из них 12 грудных позвонков относятся ещё и к позвоночнику):

- рёбра (2×12 костей);
- грудина.

## • Скелет туловища



# Кости верхней конечности

- Скелет верхней конечности делят на кости пояса верхней конечности, в состав которого входят ключица, лопатка и на кости свободной верхней конечности, к которым относятся плечевая кость, кости предплечья и кости кисти. Плечи, предплечья, кисти и ладони состоят из 64 костей. Наиболее сложное строение имеет ладонь, в состав которой входят 8 костей запястья, 5 костей пясти, 2 — большого пальца и по 3 — каждого из остальных пальцев.
- *Пояс верхней конечности* (2×2 кости): лопатка (2 кости); ключица (2 кости).
- *Свободная часть верхней конечности* (2×3 кости)
- *Плечо*: Плечевая кость (2 кости).
- *Предплечье*: локтевая кость (2 кости); лучевая кость (2 кости).
- *Кисть* (2×27 костей).
- *Запястье* (2×8 костей): ладьевидная кость (2 кости); полулунная кость (2 кости); трёхгранная кость (2 кости); гороховидная кость (2 кости); кость-трапеция (2 кости); трапециевидная кость (2 кости); головчатая кость (2 кости); крючковидная кость (2 кости).
- *Пястье*: Пястные кости(2×5 костей).
- *Кости пальцев* (2×14 костей) — по 5 пальцев на каждой кисти, по 3 фаланги в каждом пальце, кроме *большого (I)* пальца, у которого 2 фаланги: проксимальная фаланга (2×5 костей);



# Кости нижней конечности

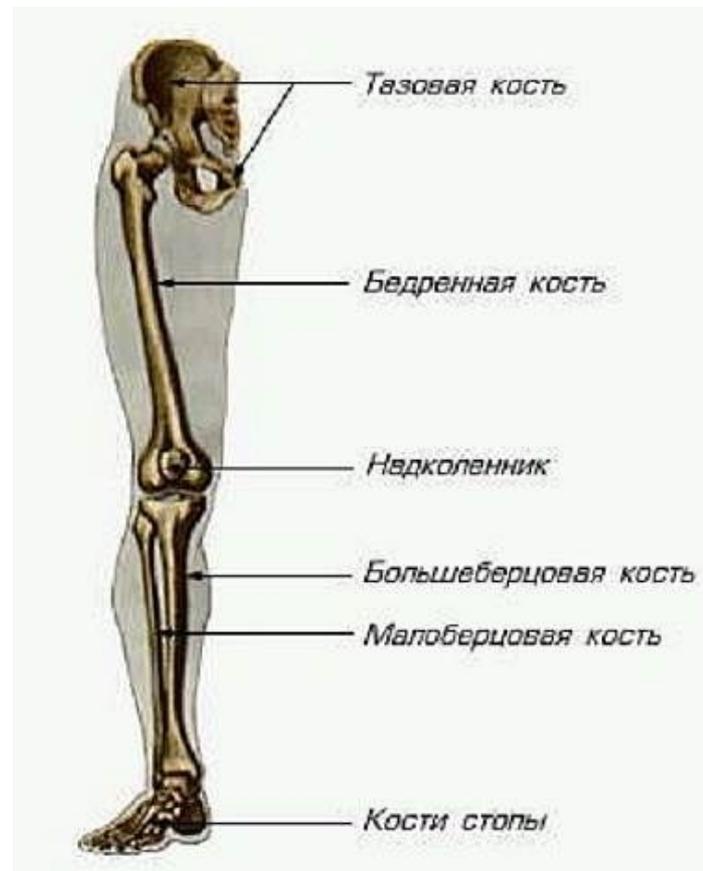
Скелет нижней конечности делят на кости пояса нижней конечности, к которым относятся тазовые кости и кости свободной нижней конечности, которые в области бедра представлены бедренной костью, в области голени представлены большеберцовой и малоберцовой костями, а в области стопы костями предплюсны, плюсны и фалангами пальцев. Таз и нижние конечности состоят из 62 костей. Таз указывает на значительный половой диморфизм: у мужчин и женщин различается формой и размерами. С каждой стороны тела таз составляют кости: бедренная, седалищная и лобковая. Стопа состоит из: 7 костей предплюсны, 5 — плюсны, 2 — большого пальца ноги и по 3 — в каждом из остальных пальцев.

## *Пояс нижней конечности*

Тазовая кость : подвздошная кость; седалищная кость; лобковая кость.

## *Свободная часть нижней конечности*

- *Бедро* : бедренная кость; надколенник.
- *Голень* : большеберцовая кость; малоберцовая кость.
- *Стопа*: Предплюсна : пяточная кость; таранная кость; ладьевидная кость; медиальная клиновидная кость ; промежуточная клиновидная кость ; латеральная клиновидная кость ;кубовидная кость .
- *Плюсна*: Плюсневые кости.
- *Кости пальцев*— по 5 пальцев на каждой стопе, по 3 фаланги в каждом пальце, кроме *большого (I)* пальца, у которого 2 фаланги: проксимальная фаланга; средняя фаланга ; дистальная фаланга .



# Артросиндесмология

- Раздел анатомии, изучающий соединение костей. Соединения костей являются частью опорно-двигательного аппарата, они удерживают кости друг около друга и обеспечивают большую или меньшую их подвижность при различных движениях. Соединения костей обладают прочностью и упругостью.
- Соединения костей являются частью опорно-двигательного аппарата, они удерживают кости друг возле друга и обеспечивают их подвижность при различных движениях.
- Все соединения костей делят на три большие группы:
- непрерывные соединения (синдесмозы, синхондрозы и синостозы),
- гемиартрозы (симфизы) и
- диартрозы (суставы) — прерывные синовиальные соединения.

# Непрерывные соединения костей

- Непрерывные соединения костей образованы различными видами соединительной ткани, расположенной между соединяющимися костями. К непрерывным относят фиброзные, хрящевые и костные соединения. В свою очередь, к фиброзным соединениям относят швы, синдесмозы и зубоальвеолярные соединения («вколачивания»). Швами называют соединения в виде тонкой соединительнотканной прослойки между костями череп. В зависимости от формы соединяющихся костных краев различают *плоские, зубчатые и чешуйчатые* швы. Плоский (гармоничный) шов имеется между костями лицевого отдела черепа, где соединяются ровные края костей. Зубчатые швы, характеризуются изрезанностью соединяющихся костных краёв, располагаются между костями мозгового отдела черепа. Примером чешуйчатого шва является соединение чешуи височной кости с теменной костью. Швы служат зонами роста костей. Швы являются также зонами амортизации при толчках и сотрясениях во время ходьбы и при прыжках. После 40—50 лет многие швы начинают зарастать (синостозируются). Преждевременное зарастание швов ведёт к деформации, асимметрии черепа.
- **Синартрозы (синдесмозы, синостозы и синхондрозы )** Синдесмозы представляют собой соединения костей посредством связок и межкостных мембран. Связки в виде толстых пучков волокнистой соединительной ткани соединяют соседние кости. Связки укрепляют суставы, направляют и ограничивают движения костей. Большинство связок образовано коллагеновыми волокнами. Жёлтые связки, построенные из эластических волокон, соединяют дуги соседних позвонков. Межкостные перепонки (мембраны) натянуты, как правило, между диафизами трубчатых костей. Эти мембраны прочно удерживают длинные трубчатые кости друг возле друга и часто служат местом прикрепления мышц.

# Симфизы и суставы

- **Гемиартрозы (симфизы)** Переходная форма от непрерывных к прерывным соединениям костей, при котором между соединяющимися костями есть небольшая щелевидная полость, не имеющая строения, характерного для полости суставов, и отсутствие капсулы (межпозвоночные диски)
- **Диартрозы (суставы)** Суставы являются прерывными соединениями костей. Для суставов характерно наличие покрытых хрящом суставных поверхностей, суставной капсулы, суставной полости, содержащей синовиальную жидкость. В некоторых суставах есть дополнительные образования в виде суставных дисков, менисков или суставной губы. Также суставы обеспечивают "сгибание" и "разгибание" костей.

- **Биомеханика суставов.** Объём движений в суставах определяется в первую очередь формой и величиной суставных поверхностей, а также их соответствием друг другу (конгруэнтностью). Величина подвижности суставов зависит также от натяжения суставной капсулы и связок, укрепляющих сустав, от индивидуальных, возрастных и половых особенностей.
- **Заболевания суставов.** Большинство болезней суставов (артропатии) почти всегда протекает с той или иной степенью воспаления, такие заболевания называются артриты. Выделяют несколько групп артритов:
  - Инфекционные
  - Аутоиммунные
  - Метаболические
  - Дистрофические.

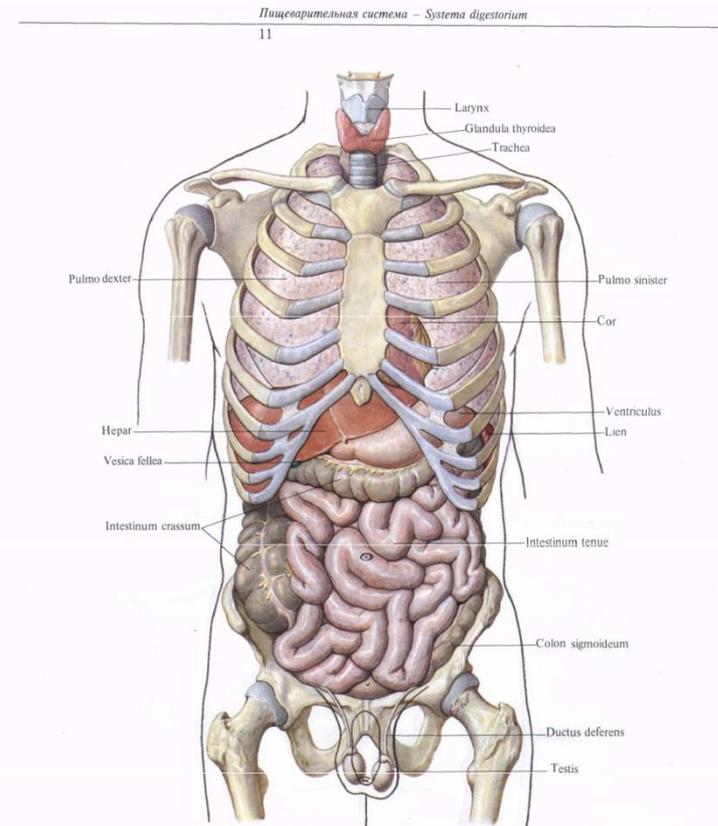
Кроме того, клиническое значение имеют дефекты развития суставов. В суставах развиваются также и опухоли. Синовиома — опухоль, растущая в синовиальных оболочках суставов и в сухожильных влагалищах. Может быть доброкачественной и злокачественной.

# Спланхнология

**Спланхнология** — учение о внутренностях. Внутренностями называют органы, которые преимущественно расположены в полостях тела: лица, шеи, грудной, брюшной и тазовой. Их также называют органами растительной жизни, так как они выполняют функции дыхания, питания, обмена веществ и размножения, что свойственно и растениям.

Объединение в системы происходит по функциональному, топографо-анатомическому и генетическим признакам. В каждой системе органов, несмотря на неоднородность строения, все органы участвуют в выполнении одной функции. Один орган может входить в несколько систем органов.

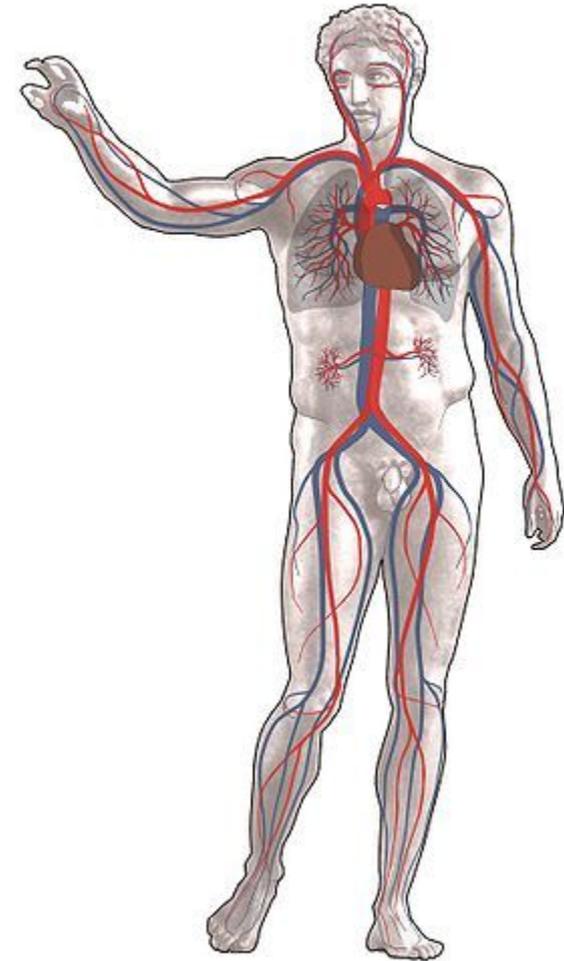
- Спланхнология изучает следующие системы органов:
- Пищеварительная система.
- Дыхательная система.
- Мочеполовой аппарат:
  - Мочевая система.
  - Половая система.
- Эндокринные железы.



444. Положение внутренностей в грудной и брюшной полостях; вид спереди.

# Ангиология

- **Ангиология** — раздел анатомии, изучающий кровеносные и лимфатические сосуды, их строение и функционирование, их заболевания и патологические состояния, методы диагностики, профилактики и лечение этих заболеваний.
- **Кровообращение человека** — замкнутый сосудистый путь, обеспечивающий непрерывный ток крови, несущий клеткам кислород и питание, уносящий углекислый газ и продукты метаболизма. Состоит из двух последовательно соединённых кругов (петель), начинающихся желудочками сердца и впадающих в предсердия:
- **большой круг кровообращения** начинается в левом желудочке и оканчивается в правом предсердии;
- **малый круг кровообращения** начинается в правом желудочке и оканчивается в левом предсердии.



# Большой круг кровообращения

Начало и конец большого круга кровообращения (показаны красными и синими стрелками). Синим обозначена венозная кровь, красным — артериальная.

**Структура.** Начинается из левого желудочка, выбрасывающего во время систолы кровь в аорту. От аорты отходят многочисленные артерии, в результате кровотока распределяется согласно сегментарному строению по сосудистым сетям, обеспечивая подачу кислорода и питательных веществ всем органам и тканям. Дальнейшее деление артерий происходит на артериолы и капилляры. Общая площадь поверхности всех капилляров в организме человека примерно 3000 м<sup>2</sup>. Через тонкие стенки капилляров артериальная кровь отдаёт клеткам тела питательные вещества и кислород, а забирает от них углекислый газ и продукты метаболизма, попадает в вены, становясь венозной. Вены собираются в вены. К правому предсердию подходят две полые вены: верхняя и нижняя, которыми заканчивается большой круг кровообращения. Время прохождения крови по большому кругу кровообращения составляет 23—27 секунд.

**Особенности кровотока.** Венозный отток от непарных органов брюшной полости осуществляется не напрямую в нижнюю полую вену, а через воротную вену (сформированную верхней, нижней брыжеечными и селезёночной венами). Воротная вена, войдя в ворота печени (отсюда и название) вместе с печёночной артерией, делится в печёночных балках на капиллярную сеть, где кровь очищается и только после этого по печёночным венам поступает в нижнюю полую вену.

Гипофиз также обладает воротной или «чудесной сетью»: передняя доля гипофиза (аденогипофиз) получает питание из верхней гипофизарной артерии, которая распадается на первичную капиллярную сеть, контактирующую с аксовазальными синапсами нейросекреторных нейронов медиобазального гипоталамуса, вырабатывающих рилизинг-гормоны. Капилляры первичной капиллярной сети и аксовазальные синапсы образуют первый нейрогемальный орган гипофиза. Капилляры собираются в порталные вены, которые идут в переднюю долю гипофиза и там повторно разветвляются, образуя вторичную капиллярную сеть, по которой рилизинг-гормоны достигают аденоцитов. В эту же сеть секретируются тропные гормоны аденогипофиза, после чего капилляры сливаются в передние гипофизарные вены, несущие кровь с гормонами аденогипофиза к органам-мишеням. Поскольку капилляры аденогипофиза лежат между двумя венами (портальной и гипофизарной), они относятся к «чудесной» капиллярной сети. Задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) получает питание из нижней гипофизарной артерии, на капиллярах которой образуются аксовазальные синапсы нейросекреторных нейронов — второй нейрогемальный орган гипофиза. Капилляры собираются в задние гипофизарные вены. Таким образом, задняя доля гипофиза (нейрогипофиз), в отличие от передней (аденогипофиз), не производит собственных гормонов, а депонирует и секретирует в кровь гормоны, вырабатываемые в ядрах гипоталамуса.

В почках также существуют две капиллярные сети — артерии разделяются на приносящие артериолы капсулы Шумлянско-Боумана, каждая из которых распадается на капилляры и собирается в выносящую артериолу. Выносящая артериола доходит до извитого канальца нефрона и повторно распадается на капиллярную сеть.

Лёгкие также имеют двойную капиллярную сеть — одна принадлежит большому кругу кровообращения и питает лёгкие кислородом и энергией, забирая продукты метаболизма, а другая — малому кругу и служит для оксигенации (вытеснения из венозной крови углекислого газа и насыщения её кислородом).

Сердце также имеет собственную сосудистую сеть: по венечным (коронарным) артериям в диастолу кровь попадает в сердечную мышцу, проводящую систему сердца и так далее, а в систолу через капиллярную сеть выдавливается в коронарные вены, впадающие в коронарный синус, открывающийся в правое предсердие.

# Малый круг кровообращения

## Структура

Начинается в правом желудочке, выбрасывающем венозную кровь в лёгочный ствол. Лёгочный ствол делится на правую и левую лёгочные артерии. Лёгочные артерии ветвятся на долевые, сегментарные и субсегментарные артерии. Субсегментарные артерии делятся на артериолы, распадающиеся на капилляры. Отток крови идет по венам, которые собираются в обратном порядке и в количестве четырёх штук впадают в левое предсердие, где заканчивается малый круг кровообращения. Кругооборот крови в малом круге кровообращения происходит за 4—5 секунд.

## Функции

Основная задача малого круга — газообмен в лёгочных альвеолах и теплоотдача.

# Дополнительные круги кровообращения

В зависимости от физиологического состояния организма, а также практической целесообразности иногда выделяют дополнительные круги кровообращения:

- **Плацентарный круг кровообращения**- Кровообращение плода.
- **Кровоснабжение сердца или венечный круг кровообращения** Представляет собой часть большого круга кровообращения, но в связи с важностью сердца и его кровоснабжения иногда можно встретить упоминание об этом круге в литературе.

Артериальная кровь поступает к сердцу по правой и левой коронарным артериям, берущим начало у аорты выше её полулунных клапанов. Левая коронарная артерия разделяется на две или три, реже четыре артерии, из которых наиболее клинически значимыми являются передняя нисходящая (ПМЖВ) и огибающая ветви (ОВ). Передняя нисходящая ветвь является непосредственным продолжением левой коронарной артерии и спускается к верхушке сердца. Огибающая ветвь отходит от левой коронарной артерии в её начале приблизительно под прямым углом, огибает сердце спереди назад, иногда достигая по задней стенке межжелудочковой борозды. Артерии заходят в мышечную стенку, ветвясь до капилляров. Отток венозной крови происходит преимущественно в 3 вены сердца: большую, среднюю и малую. Сливаясь, они образуют венечный синус, открывающийся в правое предсердие. Остальная кровь оттекает по передним сердечным венам и тебезиевым венам.

Миокард характеризуется повышенным потреблением кислорода. Около 1 % минутного объёма крови поступает в коронарные сосуды.

Поскольку коронарные сосуды начинаются непосредственно от аорты, они заполняются кровью в диастолу сердца. В систолу коронарные сосуды пережаты. Капилляры кровеносных сосудов конечные и не имеют анастомозов. Поэтому при закупорке тромбом прекапиллярного сосуда возникает инфаркт (обескровливание) значительного участка сердечной мышцы.

- **Кольцо Виллизия или Виллизиев круг**

Виллизиев круг — артериальное кольцо, образованное артериями бассейна позвоночных и внутренних сонных артерий, расположенное в основании головного мозга, способствует компенсации недостаточности кровоснабжения. В норме виллизиев круг замкнут. В формировании Виллизиева круга участвуют передняя соединительная артерия, начальный сегмент передней мозговой артерии (А-1), супраклиноидная часть внутренней сонной артерии, задняя соединительная артерия, начальный сегмент задней мозговой артерии (Р-1).

# Лимфатическая система

**Лимфатическая система** — часть сосудистой системы у позвоночных животных, дополняющая сердечно-сосудистую систему. Она играет важную роль в обмене веществ и очищении клеток и тканей организма. В отличие от кровеносной системы, лимфатическая система млекопитающих незамкнута и не имеет центрального насоса. Лимфа, циркулирующая в ней, движется медленно и под небольшим давлением.

## **Строение**

В состав лимфатической системы входят: лимфатические капилляры; лимфатические сосуды; лимфатические узлы; лимфатические стволы и протоки.

**Функция.** Основная роль лимфатической системы — транспорт клеток иммунной системы в ходе активации иммунитета, липидов в форме липопротеинов, а также ввод в системную циркуляцию различных объектов (малых и больших молекул, жидкостей, инфекционных агентов и др.), упакованных в средства доставки — экзосомы и везикулы.

Доставка липофильных лекарств через лимфатическую систему приводит к повышению их биодоступности. Одним из способов целенаправленного направления лекарств в лимфатическую систему является введение в их молекулы липидных фрагментов.

## **Лимфообразование**

В результате фильтрации плазмы в кровеносных капиллярах жидкость выходит в межклеточное (интерстициальное) пространство, где вода и электролиты частично связываются с коллоидными и волокнистыми структурами, а частично образуют водную фазу. Так образуется тканевая жидкость, часть которой реабсорбируется обратно в кровь, а часть — поступает в лимфатические капилляры, образуя лимфу. Таким образом, лимфа является пространством внутренней среды организма, образуемым из межклеточной жидкости. Образование и отток лимфы из межклеточного пространства подчинены силам гидростатического и онкотического давления и происходят ритмически.

# Нервная система

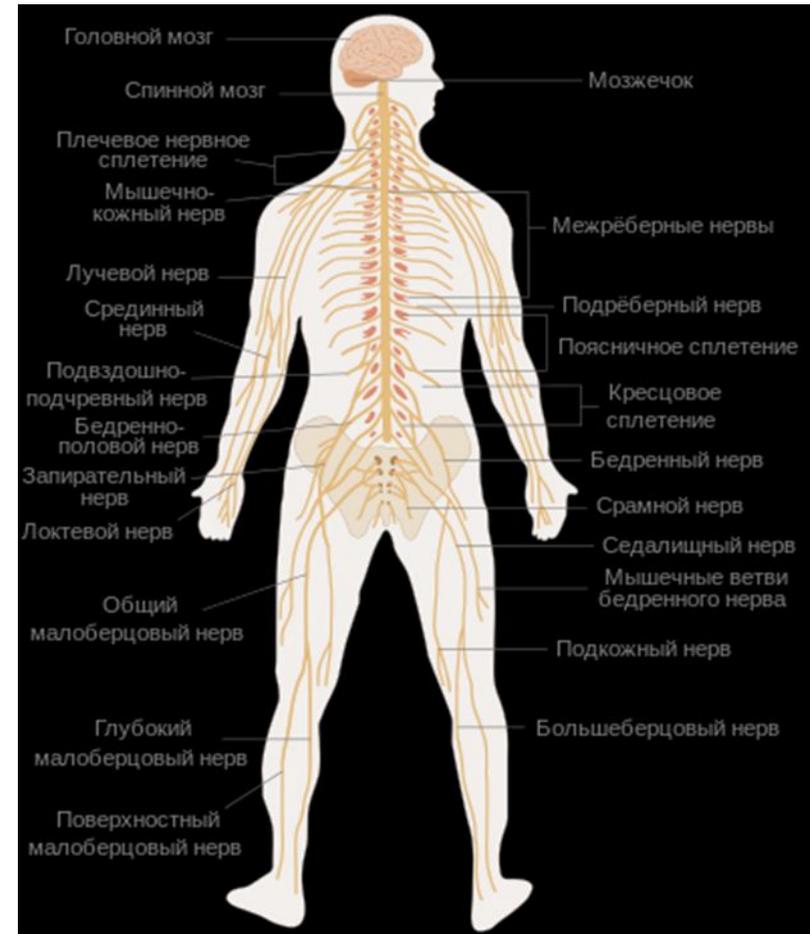
**Нервная система** — целостная морфологическая и функциональная совокупность различных взаимосвязанных, нервных структур, которая совместно с эндокринной системой обеспечивает взаимосвязанную регуляцию деятельности всех систем организма и реакцию на изменение условий внутренней и внешней среды. Нервная система действует как интегративная система, связывая в одно целое чувствительность, двигательную активность и работу других регуляторных систем (эндокринной и иммунной).

## Свойства:

Возбудимость, раздражимость и проводимость характеризуются как функции времени, то есть это — процесс, возникающий от раздражения до проявления ответной деятельности органа. Согласно электрической теории распространения нервного импульса в нервном волокне, он распространяется за счет перехода локальных очагов возбуждения на соседние неактивные области нервного волокна или процесса распространяющейся деполяризации потенциала действия, представляющего подобие электрического тока. В синапсах протекает другой — химический процесс, при котором развитие волны возбуждения-поляризации принадлежит медиатору ацетилхолину, то есть химической реакции.

Нервная система обладает свойством трансформации и генерации энергий внешней и внутренней среды и преобразования их в нервный процесс.

К особенно важному свойству нервной системы относится свойство мозга хранить информацию в процессе не только онто-, но и филогенеза.



- **Нейроны**

- Нервная система состоит из нейронов, или нервных клеток и нейроглии, или нейроглиальных (или глиальных) клеток. **Нейроны** — это основные структурные и функциональные элементы как в центральной, так и периферической нервной системе. Нейроны — это возбудимые клетки, то есть они способны генерировать и передавать электрические импульсы (потенциалы действия). Нейроны имеют различную форму и размеры, формируют отростки двух типов: *аксоны* и *дендриты*. Дендритов может быть много, несколько, один или не быть вообще. Обычно у нейрона несколько коротких разветвлённых дендритов, по которым импульсы следуют к телу нейрона, и всегда один длинный аксон, по которому импульсы идут от тела нейрона к другим клеткам (нейронам, мышечным либо железистым клеткам). Нейроны, по форме и характеру отхождения от них отростков, бывают: униполярные (одноотростковые), биполярные (двухотростковые), псевдоуниполярные (ложноотростковые) и мультиполярные (многоотростковые). По размерам нейроны бывают: мелкие (до 5 мкм), средние (до 30 мкм) и крупные (до 100 мкм). Длина отростков у нейронов различна: например, у одних длина отростков микроскопическая, а у других до 1,5 м. Так, например, нейрон находится в спинном мозге, а его отростки заканчиваются в пальцах рук или ног. Передача нервного импульса (возбуждения), а также регуляция его интенсивности, с одного нейрона на другие клетки происходит посредством специализированных контактов — синапсов.

- **Нейроглия**

- **Глиальные клетки** более многочисленны, чем нейроны и составляют по крайней мере половину объёма ЦНС, но в отличие от нейронов они не могут генерировать потенциалов действия. Нейроглиальные клетки различны по строению и происхождению, они выполняют вспомогательные функции в нервной системе, обеспечивая опорную, трофическую, секреторную, разграничительную и защитную функции.

# Эндокринология

- **Эндокринная система** — система регуляции деятельности внутренних органов посредством гормонов, выделяемых эндокринными клетками непосредственно в кровь либо диффундирующих через межклеточное пространство в соседние клетки.
- Нейроэндокринная (эндокринная) система координирует и регулирует деятельность практически всех органов и систем организма, обеспечивает его адаптацию к постоянно изменяющимся условиям внешней и внутренней среды, сохраняя постоянство внутренней среды, необходимое для поддержания нормальной жизнедеятельности данного индивидуума. Имеются чёткие указания на то, что осуществление перечисленных функций нейроэндокринной системы возможно только в тесном взаимодействии с иммунной системой.
- Эндокринная система делится на glandулярную эндокринную систему (или glandулярный аппарат), в которой эндокринные клетки собраны вместе и формируют железу внутренней секреции, и диффузную эндокринную систему. Железа внутренней секреции производит glandулярные гормоны, к которым относятся все стероидные гормоны, гормоны щитовидной железы и многие пептидные гормоны. Диффузная эндокринная система представлена рассеянными по всему организму эндокринными клетками, продуцирующими гормоны, называемые агlandулярными — (за исключением кальцитриола) пептиды. Практически в любой ткани организма имеются эндокринные клетки.
- **Функции эндокринной системы**
- Принимает участие в гуморальной (химической) регуляции функций организма и координирует деятельность всех органов и систем.
- Обеспечивает сохранение гомеостаза организма при меняющихся условиях внешней среды.
- Совместно с нервной и иммунной системами регулирует:
  - рост;
  - развитие организма;
  - его половую дифференцировку и репродуктивную функцию;
  - принимает участие в процессах образования, использования и сохранения энергии.
- В совокупности с нервной системой гормоны принимают участие в обеспечении:
  - Эмоциональных реакций;
  - Психической деятельности челове

# Гландулярная эндокринная система

- Представлена железами внутренней секреции, осуществляющими синтез, накопление и высвобождение в кровоток различных биологически активных веществ (гормонов, нейромедиаторов и других). Классические железы внутренней секреции: [эпифиз](#), [гипофиз](#), [щитовидная](#), паращитовидная железы, островковый аппарат поджелудочной железы, корковое и мозговое вещество надпочечников, яички, яичники относят к glandularной эндокринной системе. В glandularной системе эндокринные клетки сконцентрированы в пределах одной железы. Центральная нервная система принимает участие в регуляции процесса секреции [гормонов](#) всех эндокринных желез, а гормоны по механизму обратной связи влияют на функцию [ЦНС](#), модулируя её активность и состояние. Нервная регуляция деятельности периферических эндокринных функций организма осуществляется не только посредством тропных гормонов гипофиза (гипофизарные и гипоталамические гормоны), но и через влияние автономной (или [вегетативной](#)) нервной системы. Кроме того, в самой центральной нервной системе секретируется определённое количество биологически активных веществ (моноаминов и [пептидных гормонов](#)), многие из которых также секретируются [эндокринными клетками желудочно-кишечного тракта](#)<sup>[1]</sup>. Железы внутренней секреции (эндокринные железы) — органы, которые вырабатывают специфические вещества и выделяют их непосредственно в кровь или лимфу. Этими веществами являются гормоны — химические регуляторы, необходимые для жизни. Эндокринные железы могут быть как самостоятельными органами, так и производными эпителиальных (пограничных) тканей.

# Гипоталамо-гипофизарная

## система

- Гипоталамус и гипофиз имеют секреторные клетки, при этом гипоталамус считается элементом важной «гипоталамо-гипофизарной системы».
- В гипоталамусе секретируются собственно гипоталамические (вазопрессин или антидиуретический гормон, окситоцин, нейротензин) и биологически активные вещества, угнетающие или усиливающие секреторную функцию гипофиза (соматостатин, тиролиберин или тиреотропин-высвобождающий гормон, люлиберин или гонадолиберин или гонадотропин-высвобождающий гормон, кортиколиберин или кортикотропин-высвобождающий гормон и соматолиберин или соматотропин-высвобождающий гормон). Одной из важнейших желез организма является гипофиз, который осуществляет контроль над работой большинства желез внутренней секреции. Гипофиз — небольшая, весом менее одного грамма, но очень важная для жизни железа. Она расположена в углублении в основании черепа, связана с гипоталамической областью головного мозга ножкой и состоит из трёх долей — передней (железистая, или аденогипофиз), средней или промежуточной (она развита меньше других) и задней (нейрогипофиз). По важности выполняемых в организме функций гипофиз можно сравнить с ролью дирижёра оркестра, который показывает, когда тот или иной инструмент должен вступить в игру. Гипоталамические гормоны (вазопрессин, окситоцин, нейротензин) по гипофизарной ножке стекают в заднюю долю гипофиза, где депонируются и откуда при необходимости выбрасываются в кровоток. Гипофизотропные гормоны гипоталамуса, высвобождаясь в портальную систему гипофиза, достигают клеток передней доли гипофиза, непосредственно влияя на их секреторную активность, угнетая или стимулируя секрецию тропных гормонов гипофиза, которые, в свою очередь, стимулируют работу периферических желез внутренней секреции.
- Передняя доля гипофиза — важнейший орган регулирования основных функций организма: именно здесь вырабатываются шесть важнейших тропных гормонов, регулирующих секреторную активность периферических эндокринных желез — тиреотропный гормон (ТТГ), адренкортикотропный гормон (АКТГ), соматотропный гормон (СТГ или гормон роста), лактотропный гормон (пролактин) и два гонадотропных гормона, регулирующих функции периферических половых желез: фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) и лютеинизирующий гормон (ЛГ). Тиреотропин ускоряет или замедляет работу щитовидной железы, АКТГ регулирует работу коркового вещества надпочечников, соматотропин (гормон роста) опосредованно (через соматомедины или инсулиноподобные факторы роста) контролирует процессы роста и развития костной системы, хрящей и мышц. Избыточная выработка гормона роста у взрослого человека ведёт к развитию акромегалии, которая проявляется увеличением толщины костей, разрастанием хрящевой ткани (носа, ушных раковин) и костей лицевого черепа. Гипофиз тесно связан с гипоталамусом, вместе с которым является связующим звеном между мозгом, периферической нервной системой и системой кровообращения. Связь между гипофизом и гипоталамусом осуществляется с помощью разных химических веществ, которые вырабатываются в так называемых нейросекреторных клетках.
- Задняя доля гипофиза не вырабатывает собственных гормонов, её роль в организме заключается в накоплении и секреции двух важных гормонов, вырабатываемых нейросекреторными клетками ядер гипоталамуса: антидиуретического гормона (АДГ), участвующий в процессах регуляции водного баланса организма, повышая степень обратного всасывания жидкости в почках и окситоцина, который отвечает за сокращение гладких мышц и, в частности, матки во время родов.

# Щитовидная железа

- **Щитовидная железа** — эндокринная железа у позвоночных, хранящая йод и вырабатывающая йодсодержащие гормоны (йодтиронины), участвующие в регуляции обмена веществ и росте отдельных клеток, а также организма в целом — тироксин (тетрайодтиронин,  $T_4$ ) и трийодтиронин ( $T_3$ ). Щитовидная железа, вес которой колеблется от 20 до 30 г, расположена в передней части шеи и состоит из двух долей и перешейка, расположенного на уровне II—IV хряща трахеи (дыхательного горла) и соединяет между собой обе доли. На задней поверхности двух долей парами расположены четыре околощитовидные железы. Снаружи щитовидная железа покрыта мышцами шеи, расположенными ниже подъязычной кости; своим фасциальным мешком железа прочно соединена с трахеей и гортанью, поэтому она перемещается вслед за движениями этих органов. Железа состоит из фолликулов — пузырьков овальной или округлой формы, которые заполнены белковым йодсодержащим веществом типа коллоида; между пузырьками располагается рыхлая соединительная ткань. Коллоид пузырьков вырабатывается эпителием и содержит гормоны, производимые щитовидной железой — тироксин ( $T_4$ ) и трийодтиронин ( $T_3$ ).
- Ещё один гормон, выделяемый парафолликулярными или С-клетками щитовидной железы — кальцитонин (по химической природе полипептид), регулирует в организме содержание кальция и фосфатов, а также предотвращает образование остеокластов, которые в активированном состоянии могут привести к разрушению костной ткани, и стимулирует функциональную активность и размножение остеобластов. Тем самым участвует в регуляции деятельности этих двух видов образований, именно благодаря гормону новая костная ткань образуется быстрее. Действие этого гормона прямо противоположно паратиреоидину, который вырабатывается околощитовидной железой и повышает уровень кальция в крови, усиливает его приток из костей и кишечника. С этой точки зрения действие паратиреоидина напоминает витамин D.

- **Паращитовидная железа** регулирует уровень кальция в организме в узких рамках так, чтобы нервная и двигательная системы функционировали нормально. Когда уровень кальция в крови падает ниже определённого уровня, рецепторы паращитовидной железы, чувствительные к кальцию, активируются и секретируют гормон в кровь. Паратгормон стимулирует остеокласты, чтобы те выделяли в кровь кальций из костной ткани.
- **Поджелудочная железа**
- Поджелудочная железа — крупный (длиной 12—30 см) секреторный орган двойного действия (секретирует панкреатический сок в просвет двенадцатиперстной кишки и гормоны непосредственно в кровоток), расположен в верхней части брюшной полости, между селезёнкой и двенадцатиперстной кишкой.
- Инкреторный отдел поджелудочной железы представлен островками Лангерганса, расположенными в хвосте поджелудочной железы. У человека островки представлены различными типами клеток, вырабатывающими несколько полипептидных гормонов:
  - альфа-клетки — секретируют глюкагон (регулятор углеводного обмена, прямой антагонист инсулина);
  - бета-клетки — секретируют инсулин (регулятор углеводного обмена, снижает уровень глюкозы в крови);
  - дельта-клетки — секретируют соматостатин (угнетает секрецию многих желез);
  - РР-клетки — секретируют панкреатический полипептид (подавляет секрецию поджелудочной железы и стимулирует секрецию желудочного сока);
  - Эпсилон-клетки — секретируют грелин («гормон голода» — возбуждает аппетит).

- **Надпочечники.**

На верхних полюсах обеих почек находятся небольшие железы пирамидальной формы — надпочечники. Они состоят из внешнего коркового слоя (80—90 % массы всей железы) и внутреннего мозгового вещества, клетки которого лежат группами и оплетены широкими венозными синусами. Гормональная активность обеих частей надпочечников разная. Кора надпочечников вырабатывает минералокортикоиды и глюкокортикоиды, имеющие стероидную структуру. Минералокортикоиды (важнейший из них — альдостерон) регулируют ионный обмен в клетках и поддерживают их электролитическое равновесие; глюкокортикоиды (например, кортизол) стимулируют распад белков и синтез углеводов. Мозговое вещество вырабатывает адреналин — гормон из группы катехоламина, который поддерживает тонус симпатической нервной системы. Адреналин часто называют гормоном борьбы или бегства, так как его выделение резко возрастает лишь в минуты опасности. Повышение уровня адреналина в крови влечёт за собой соответствующие физиологические изменения — учащается сердцебиение, сужаются кровеносные сосуды, напрягаются мышцы, расширяются зрачки. Ещё корковое вещество в небольших количествах вырабатывает мужские половые гормоны (андрогены). Если в организме возникают нарушения и андрогены начинают поступать в чрезвычайном количестве, у девочек усиливаются признаки противоположного пола. Кора и мозговое вещество надпочечников отличаются не только выработкой разных гормонов. Работа коры надпочечников активизируется центральной, а мозговое вещество — периферической нервной системой.

- **Гонады**

Созревание и половая активность человека были бы невозможными без работы гонад, или половых желёз, к которым относятся мужские яички и женские яичники. У маленьких детей половые гормоны вырабатываются в небольших количествах, но по мере взросления организма в определённый момент наступает быстрое увеличение уровня половых гормонов, и тогда мужские гормоны (андрогены) и женские гормоны (эстрогены) вызывают у человека появление вторичных половых признаков.

## **Тимус**

Иммунная система, в том числе и вилочковая железа (тимус) производит большое количество гормонов, которые можно подразделить на цитокины или лимфокины и тимические (или тимусные) гормоны — тимопоэтины, регулирующие процессы роста, созревания и дифференцировки Т-клеток и функциональную активность зрелых клеток иммунной системы. К цитокинам, секретируемым иммунокомпетентными клетками, относятся: гамма-интерферон, интерлейкины (1—7 и 9—12), фактор некроза опухолей, гранулоцитарный колониестимулирующий фактор, гранулоцитомакрофагальный колониестимулирующий фактор, макрофагальный колониестимулирующий фактор, лейкоингибиторный фактор, онкостатин М, фактор стволовых клеток и другие. С возрастом тимус деградирует, заменяясь соединительнотканью.

## **Эпифиз**

Функция эпифиза до конца не выяснена. Эпифиз выделяет вещества гормональной природы, серотонин, который в них же превращается в мелатонин, антигонадотропин, ослабляющий секрецию лютропина передней доли гипофиза. Наряду с антигонадотропином пинеалоциты образуют другой белковый гормон, повышающий уровень калия в крови. Из числа регуляторных пептидов наиболее важны аргинин-вазотонин, тиролиберин, люлиберин.

# Диффузная эндокринная система

В диффузной эндокринной системе эндокринные клетки не сконцентрированы, а рассеяны.

- Некоторые эндокринные функции выполняют печень (секреция соматомедина, инсулиноподобных факторов роста и др.), почки (секреция эритропоэтина, медуллинов и др.), желудок (секреция гастрин), кишечник (секреция вазоактивного интестинального пептида и др.), селезёнка (секреция спленинов) и др. Эндокринные клетки содержатся во всём организме человека.
- Выделено и описано более 30 гормонов, которые секретируются в кровяное русло клетками или скоплениями клеток, расположенными в тканях желудочно-кишечного тракта. Эндокринные клетки желудочно-кишечного тракта синтезируют гастрин, гастринсвязывающий пептид, секретин, холецистокинин, соматостатин, вазоактивный интестинальный полипептид (ВИП), вещество P, мотилин, галанин, пептиды гена глюкагона (глицентин, оксинтомодулин, глюкагоноподобный пептид 1 и 2), нейротензин, нейромедин N, пептид YY, панкреатический полипептид, нейропептид Y, хромогранины (хромогранин A и относящиеся к нему пептид GAWK и секретогранин II).

# Эстеziология

- **Эстеziология** (др.-греч. — "чувство, ощущение") — раздел анатомии, изучающий строение и функции органов чувств:
- Глаза (зрение),
- уши, включая вестибулярный аппарат (слух и чувство равновесия),
- язык (вкус),
- нос (обоняние),
- кожа (осязание)

# Миология

- Учение о мышцах, научная дисциплина, изучающая строение, развитие, свойства и функции мышц в норме и при патологии. Современная миология входит в сферу анатомии, физиологии и клинической медицины. Учение об анатомии мышц находится в тесной взаимосвязи с такими анатомическими дисциплинами, как ангиология, нейроанатомия, топографическая анатомия.
- **Мышцы** или **мускулы** — органы тела животных и человека, состоящие из упругой, эластичной мышечной ткани, способной сокращаться под влиянием нервных импульсов. Предназначены для выполнения различных действий: движения Мышцы позволяют двигать частями тела и выражать в действиях мысли и чувства. Человек выполняет любые движения — от таких простейших, как моргание или улыбка, до тонких и энергичных, какие мы наблюдаем у ювелиров или спортсменов — благодаря способности мышечных тканей сокращаться. От исправной работы мышц, состоящих из трёх основных групп, зависит не только подвижность организма, но и функционирование всех физиологических процессов. А работой всех мышечных тканей управляет нервная система, которая обеспечивает их связь с головным и спинным мозгом и регулирует преобразование химической энергии в механическую.
- В теле человека 640 мышц (в зависимости от метода подсчёта дифференцированных групп мышц их общее число определяют от 639 до 850). Самые маленькие прикреплены к мельчайшим косточкам, расположенным в ухе. Самые крупные — большие ягодичные мышцы, они приводят в движение ноги. Самые сильные мышцы — икроножные и жевательные. Самая длинная мышца человека — портняжная — начинается от передней верхней ости крыла подвздошной кости (передне-верхние отделы тазовой кости), спиралевидно перекидывается спереди через бедро и прикрепляется сухожилием к бугристости большеберцовой кости (верхние отделы голени).
- тела, сокращения голосовых связок, дыхания.

По форме мышцы очень разнообразны. Чаще всего встречаются веретенообразные мышцы, характерные для конечностей, и широкие мышцы — они образуют стенки туловища. Если у мышц общее сухожилие, а головок две или больше, то их называют двух-, трёх- или четырёхглавыми.

Мышцы и скелет определяют форму человеческого тела. Активный образ жизни, сбалансированное питание и занятие спортом способствуют развитию мышц и уменьшению объёма жировой ткани.

# Типы мышц

- Типы мышечной ткани (по строению): скелетная, гладкая и сердечная.
- Первая группа мышц — *скелетные*, или поперечнополосатые мышцы. Скелетных мышц у каждого из нас более 600. Мышцы этого типа способны произвольно, по желанию человека, сокращаться и вместе со скелетом образуют опорно-двигательную систему. Общая масса этих мышц составляет около 40 % веса тела, а у людей, активно развивающих свои мышцы, может быть ещё больше. С помощью специальных упражнений размер мышечных клеток можно увеличивать до тех пор, пока они не вырастут в массе и объёме и не станут рельефными. Сокращаясь, мышца укорачивается, утолщается и движется относительно соседних мышц. Укорочение мышцы сопровождается сближением её концов и костей, к которым она прикрепляется. В каждом движении участвуют мышцы как совершающие его, так и противодействующие ему (агонисты и антагонисты соответственно), что придаёт движению точность и плавность.
- Второй тип мышц, который входит в состав клеток внутренних органов, кровеносных сосудов и кожи, — *гладкая мышечная ткань*, состоящая из характерных мышечных клеток (миоцитов). Короткие веретеновидные клетки гладких мышц образуют пластины. Сокращаются они медленно и ритмично, подчиняясь сигналам вегетативной нервной системы. Медленные и длительные их сокращения происходят произвольно, то есть независимо от желания человека. Гладкие мышцы, или мышцы произвольных движений, находятся главным образом в стенках полых внутренних органов, например пищевода или мочевого пузыря. Они играют важную роль в процессах, не зависящих от нашего сознания, например в перемещении пищи по пищеварительному тракту.
- Отдельную (третью) группу мышц составляет сердечная поперечнополосатая (исчерченная) мышечная ткань (миокард). Она состоит из кардиомиоцитов. Сокращения сердечной мышцы не подконтрольны сознанию человека, она иннервируется вегетативной нервной системой.

# Строение мышечной ткани

- Структурный элемент мышц — мышечное волокно, каждое из которых в отдельности является не только клеточной, но и физиологической единицей, способной сокращаться. Мышечное волокно представляет собой многоядерную клетку, диаметр его составляет от 10 до 100 мкм. Данная клетка заключена в оболочку, сарколемму, которая заполнена саркоплазмой. В саркоплазме располагаются миофибриллы. Миофибрилла — нитевидное образование, состоящее из саркомеров. Толщина миофибрилл в общем случае менее 1 мкм. В зависимости от количества миофибрилл различают белые и красные мышечные волокна. В белых волокнах миофибрилл больше, саркоплазмы меньше, благодаря чему они могут сокращаться более быстро. В красных волокнах содержится большое количество миоглобина, из-за чего они и получили такое название. Помимо миофибрилл в саркоплазме мышечных волокон также присутствуют митохондрии, рибосомы, комплекс Гольджи, включения липидов и прочие органеллы. Саркоплазматическая сеть обеспечивает передачу импульсов возбуждения внутри волокна. В состав саркомеров входят толстые миозиновые нити и тонкие актиновые нити.
- **Актин** — сократительный белок, состоящий из 375 аминокислотных остатков с молекулярной массой 42300, который составляет около 15 % мышечного белка. Под световым микроскопом более тонкие молекулы актина выглядят светлой полоской (так называемые «I-диски»). В растворах с малым содержанием ионов актин содержится в виде единичных молекул с шарообразной структурой, однако в физиологических условиях, в присутствии АТФ и ионов магния, актин становится полимером и образует длинные волокна (актин фибриллярный), которые состоят из спирально закрученных двух цепочек молекул актина. Соединяясь с другими белками, волокна актина приобретают способность сокращаться, используя энергию, содержащуюся в АТФ.
- **Миозин** — основной мышечный белок; содержание его в мышцах достигает 65 %. Молекулы состоят из двух полипептидных цепочек, в каждой из которых содержится более 2000 аминокислот. Белковая молекула очень велика (это самые длинные полипептидные цепочки, существующие в природе), а её молекулярная масса доходит до 470000. Каждая из полипептидных цепочек оканчивается так называемой головкой, в состав которой входят две небольшие цепочки, состоящие из 150—190 аминокислот. Эти белки проявляют энзиматическую активность АТФазы, необходимую для сокращения актомиозина. Под микроскопом молекулы миозина в мышцах выглядят тёмной полоской (так называемые «А-диски»).
- **Актомиозин** — белковый комплекс, состоящий из актина и миозина, характеризующийся энзиматической активностью АТФазы. Это значит, что благодаря энергии, освобождённой в процессе гидролиза АТФ, актомиозин может сокращаться. В физиологических условиях актомиозин создаёт волокна, находящиеся в определённом порядке. Фибриллярные части молекул миозина, собранные в пучок, образуют так называемую толстую нить, из которой перпендикулярно выглядывают миозиновые головки. Молекулы актина соединяются в длинные цепочки; две таких цепочки, спирально закрученные друг вокруг друга, составляют тонкую нить. Тонкая и толстая нити расположены параллельно таким образом, что каждая тонкая нить окружена тремя толстыми, а каждая толстая нить — шестью тонкими; миозиновые головки цепляются за тонкие нити.
- В целом, мышечная ткань состоит из воды, белков и небольшого количества прочих веществ: гликогена, липидов, экстрактивных азотсодержащих веществ, солей органических и неорганических кислот и др. Количество воды составляет 72—80 % от общей массы

- Мышечные белки принято подразделять в зависимости от их растворимости в воде или соляных средах. Выделяют три главные группы белков: саркоплазматические (35 % от общего количества белка), миофибриллярные (45 %) и белки стромы (20 %). В состав белков саркоплазмы входят несколько белковых веществ, обладающих свойствами глобулинов, ряд протеинов, миоглобин, белки-ферменты, парвальбумины. Парвальбумин секвестрирует уровни ионов  $\text{Ca}^{2+}$ , что ускоряет мускульное расслабление. Белки-ферменты находятся в митохондриях и регулируют процессы тканевого дыхания, азотистый и липидный обмен и пр. Саркоплазматические белки растворяются в соляных средах с низкой ионной силой.
- Миозин, актин и актомиозин относятся к группе миофибриллярных белков, отвечающих за сокращения мышц. Сюда же относятся регуляторные белки: тропомиозин, тропонин,  $\alpha$ - и  $\beta$ -актинин. Комплекс тропомиозина и тропонина отвечает за чувствительность мышц к ионам  $\text{Ca}^{2+}$ . Миофибриллярные белки растворяются в соляных средах с высокой ионной силой. Содержание миофибриллярных белков зависит от типа мышц, при этом белки также отличаются своими физико-химическими свойствами. Наибольшее их количество наблюдается в скелетных мышцах, в миокарде их намного меньше, и менее всего — в гладких мышцах. Например, в мышечной ткани желудка белков этой группы в 2 раза меньше, чем в поперечнополосатых мышцах.
- К белкам стромы относятся коллаген и эластин. В отличие от миофибриллярных белков, содержание белков стромы максимально в гладких мышцах и сердечной мышце.
- При развитии организма происходит существенное изменение химического состава мышц. Общее содержание белков в мышечной ткани эмбрионов меньше, чем у взрослых особей, а воды, соответственно, больше. Также отличается состав непосредственно белковой массы, когда по мере развития происходит уменьшение количества белков стромы и повышается содержание миозина и актомиозина. Также происходит уменьшение присутствия нуклеопротеинов, РНК и ДНК, а доля высокоэнергетических соединений (АТФ и креатин-фосфата) увеличивается. Появление определённых элементов в мышечной ткани связано с конкретными стадиями развития. В период формирования рефлекторной дуги и выработки двигательного рефлекса в мышцах появляются имидазолсодержащие дипептиды (ансерин и карнозин), формируется  $\text{Ca}^{2+}$ -чувствительность актомиозина.

# Классификация мышц

Мышечная ткань живых организмов представлена многочисленными мышцами различной формы, строения, процесса развития, выполняющими разнообразные функции. Различают:

## По функциям

1. сгибатели
2. разгибатели
3. отводящие
4. приводящие
5. вращатели внутри и снаружи
6. Сфинктеры и дилататоры
7. синергисты и антагонисты
8. поднимающие
9. опускающие
10. Выпрямляющие

## По направлению волокон

прямая мышца — с прямыми параллельными волокнами;

поперечная мышца — с поперечными волокнами;

круговая мышца — с круговыми волокнами;

косая мышца — с косыми волокнами:

- одноперистая — косые волокна прикрепляются к сухожилию с одной стороны;
- двуперистая — косые волокна прикрепляются к сухожилию с двух сторон;
- многоперистая — косые волокна прикрепляются к сухожилию с нескольких сторон;
- полусухожильная;
- полуперепончатая.

**По отношению к суставам.** Учитывается число суставов, через которые перекидывается мышца:

- односуставные
- двусуставные
- многосуставные

## По форме

- простые
  - веретенообразные
  - прямые
    - длинные (на конечностях)
    - короткие
    - широкие
- сложные
  - многоглавые
    - двуглавые
    - трёхглавые
    - четырёхглавые
    - многосухожильные
    - двубрюшные
  - с определённой геометрической формой
    - квадратные
    - дельтовидные
    - камбаловидные
    - пирамидальные
    - круглые
    - зубчатые
    - треугольные
    - ромбовидные
    - трапецевидные

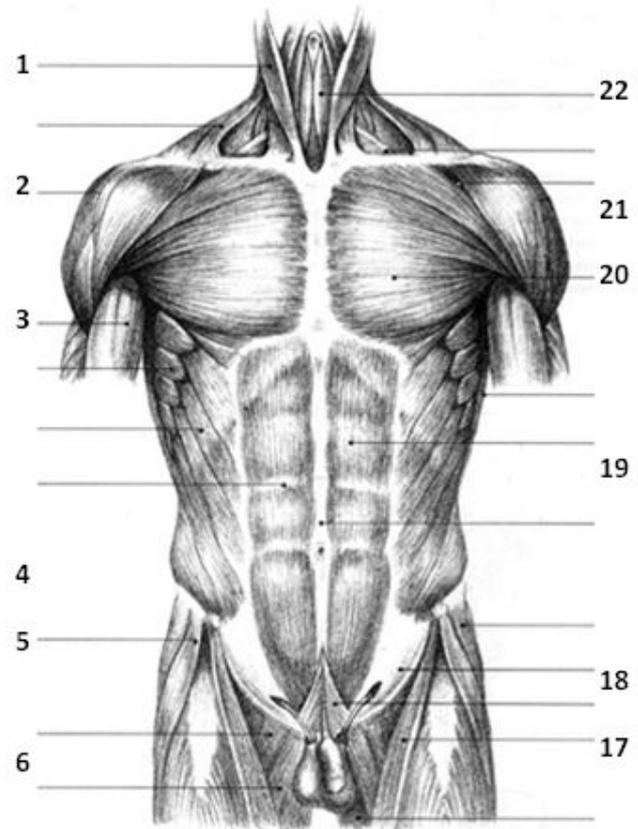
# Сокращение мышц

- В процессе сокращения нити актина проникают глубоко в промежутки между нитями миозина, причём длина обеих структур не меняется, а лишь сокращается общая длина актомиозинового комплекса — такой способ сокращения мышц называется скользющим. Скольжение актиновых нитей вдоль миозиновых нуждается в энергии, *энергия, необходимая для сокращения мышц, освобождается в результате взаимодействия актомиозина с АТФ с расщеплением последнего на АДФ и  $H_3PO_4$* . Кроме АТФ важную роль в сокращении мышц играет вода, а также ионы кальция и магния.
- Скелетная мышца состоит из большого количества мышечных волокон — чем их больше, тем сильнее мышца.
- Различают пять типов мышечных сокращений:
- Концентрическое сокращение — вызывающее укорачивание мышцы и перемещение места прикрепления её к кости, при этом движение конечности, обеспечиваемое сокращением данной мышцы направлено против преодолеваемого сопротивления, например силы тяжести.
- Эксцентрическое сокращение — возникает при удлинении мышцы во время регулирования скорости движения вызванного другой силой или в ситуации, когда максимального усилия мышцы не хватает для преодоления противодействующей силы. В результате движение происходит в направлении воздействия внешней силы.
- Изометрическое сокращение — усилие, противодействующее внешней силе, при котором длина мышцы не изменяется и движения в суставе не происходит.
- Исокинетическое сокращение — сокращение мышцы с одинаковой скоростью.
- Баллистическое движение — быстрое движение, включающее: а. концентрическое движение мышц-агонистов в начале движения; б. инерционное движение, во время минимальной активности; в. эксцентрическое сокращение для замедления движения.
- В организме такие сокращения имеют большее значение для выполнения любых движений.
- Из гладких мышц (гладкой мышечной ткани) состоят внутренние органы, в частности, стенки пищевода, кровеносные сосуды, дыхательные пути и половые органы. Гладкие мышцы отличаются так называемым автоматизмом, то есть способностью приходить в состояние возбуждения при отсутствии внешних раздражителей. И если сокращение скелетных мышц продолжается около 0,1 с, то более медленные сокращения гладких мышц продолжается от 3 до 180 с. В пищеводе, половых органах и мочевом канале возбуждение передаётся от одной мышечной клетки к следующей. Что касается сокращения гладких мышц, находящихся в стенках кровеносных сосудов и в радужной оболочке глаза, то оно не переносится с клетки на клетку; к гладким мышцам подходят симпатические и парасимпатические нервы автономной нервной системы.
- Говоря о сердечной мышце (миокарде), следует отметить, что при нормальной работе она затрачивает на сокращение около 1 с, а при увеличении нагрузки скорость сокращений увеличивается. Уникальная особенность сердечной мышцы — в её способности ритмично сокращаться даже при извлечении её из организма.
- В процессе сокращения мышцы при скольжении актиновых белковых нитей вдоль миозиновых происходит временное прикрепление миозина к актину с помощью поперечных мостиков, являющихся так называемыми «головками» миозиновых молекул. Выделяют 5 стадий биохимического цикла мышечного сокращения:
- стехиометрический процесс гидролиза АТФ миозиновой «головкой» до аденозиндифосфата (АДФ) и ортофосфорной кислоты ( $H_3PO_4$ ); последний процесс не обеспечивает освобождение продуктов гидролиза;

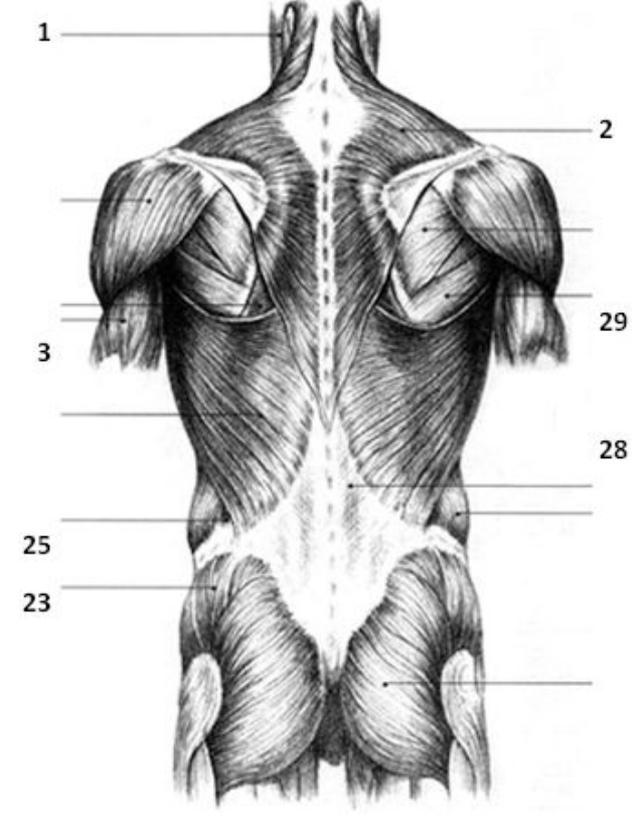
# Мышцы туловища



- 1 - грудино-ключично-сосцевидная мышца
- 2 - трапециевидная мышца
- 3 - дельтовидная мышца
- 4 - двуглавая мышца плеча
- 5 - передняя зубчатая мышца
- 6 - наружная косая мышца живота
- 7 - сухожильные перемычки
- 8 - мышца - натягиватель широкой фасции бедра
- 9 - гребешковая мышца
- 10 - длинная приводящая мышца
- 11 - нежная мышца
- 12 - портняжная мышца

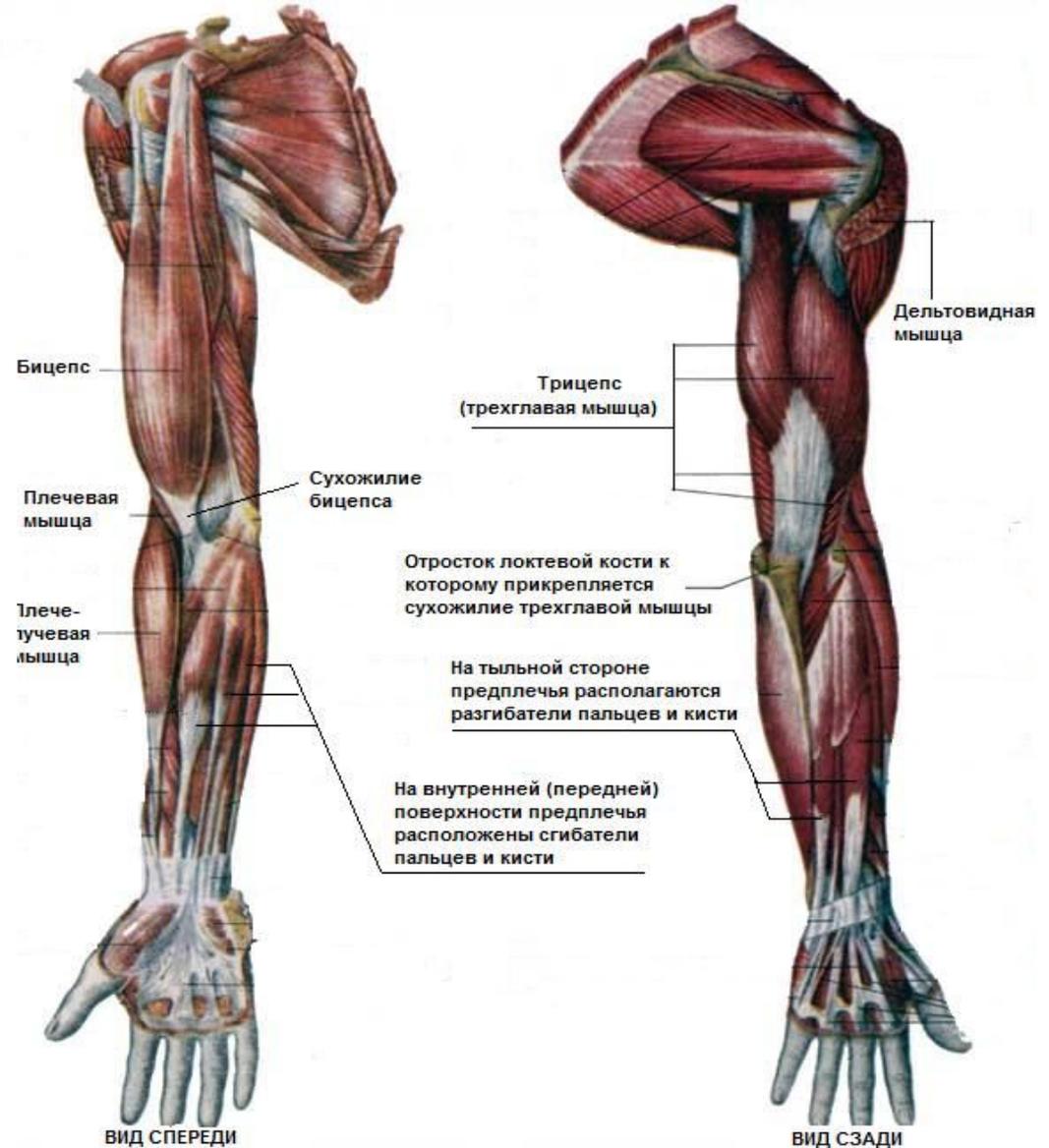
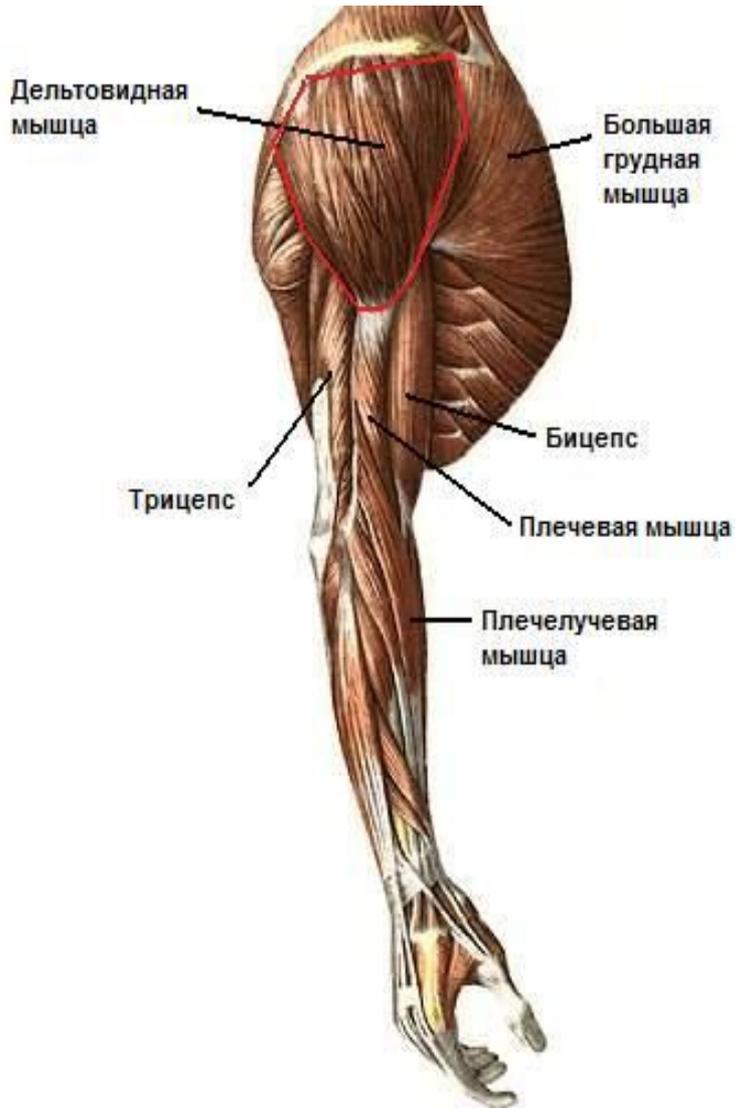


- 14 - паховая связка
- 15 - средняя ягодичная мышца
- 16 - белая линия живота
- 17 - прямая мышца живота
- 18 - широчайшая мышца спины
- 19 - большая грудная мышца
- 20 - малая грудная мышца
- 21 - лопаточно-подъязычная мышца
- 22 - грудино-подъязычная мышца
- 23 - трехглавая мышца плеча



- 24 - большая ягодичная мышца
- 25 - большая ромбовидная мышца
- 26 - поясничный треугольник
- 27 - прямая мышца
- 28 - большая круглая мышца
- 29 - подостная мышца

# Мышцы верхней конечности



## Основные группы мышц верхних конечностей играющие главную роль в изменении рельефа.

- дельтовидные,
- мышцы плеча,
- мышцы сгибателей и разгибателей руки.

### Дополнительная информация

#### **Дельтовидная мышца**

Покрывает снаружи поверхность плечевого сустава, образуя характерную округлость плеча. Это широкая мышца имеющая перистое строение, выделяют три части мышцы: переднюю, среднюю и заднюю.

Передние пучки мышцы, сокращаясь, поднимают руку вперед и участвуют в различных жимах вперед и вверх.

Задняя часть дельтовидной мышцы отводит руку назад и опускает поднятую руку, участвует в тяговых движениях.

Средняя часть мышцы, сокращаясь, отводит руку в сторону.

При одновременном сокращении всех частей, дельтовидная мышца, развивая большую силу, отводит руку в сторону до горизонтали.

#### **Мышцы верхней конечности**

##### **Бицепс (двуглавая мышца плеча)**

Имеет две головки, которые в нижней части мышцы срастаются и прикрепляются к лучевой кости предплечья. Относится к мышцам-сгибателям. Сгибает руку в локтевом суставе и участвует в повороте предплечья наружу.

##### **Плечевая мышца**

Располагается под бицепсом. Относится к мышцам-сгибателям. Сгибает руку в локтевом суставе.

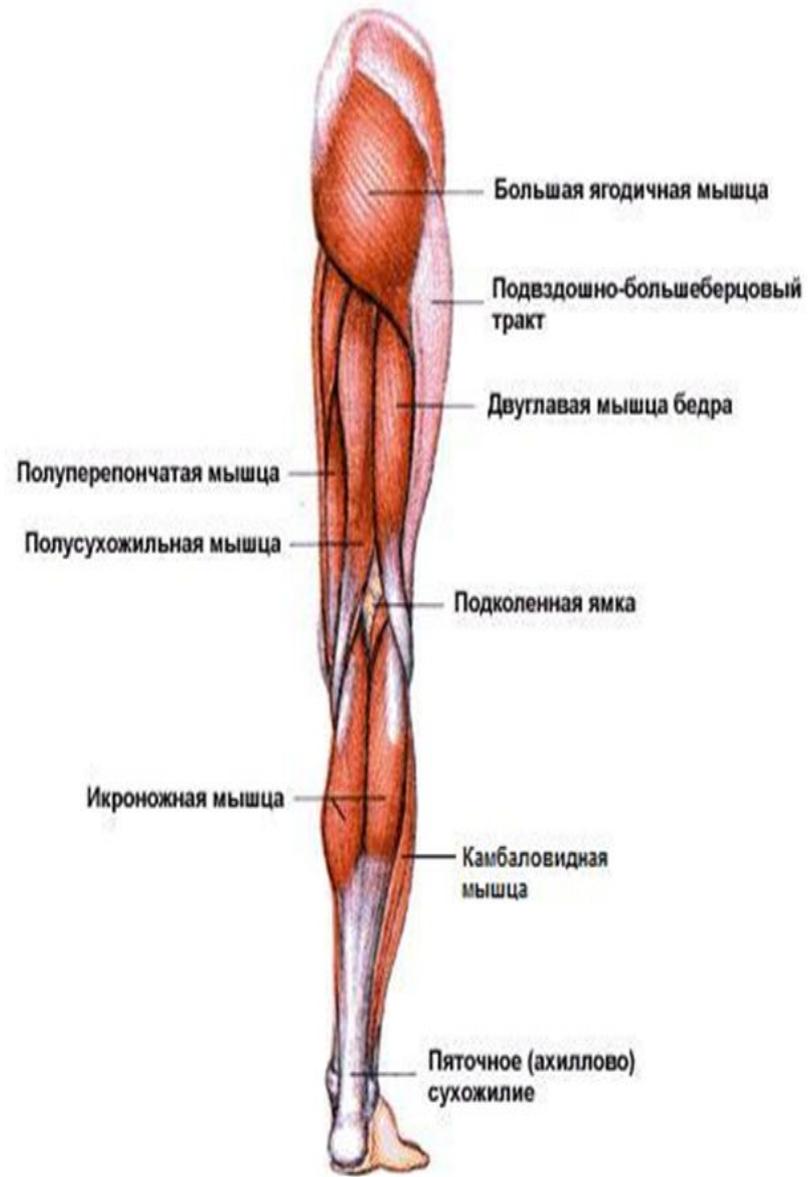
##### **Плечелучевая мышца**

Располагается на предплечье. Относится к мышцам сгибателям. Сгибает руку в локтевом суставе и участвует в поворотах предплечья внутрь и наружу.

##### **Трицепс (трехглавая мышца плеча)**

Крупная и развитая мышца верхней конечности, располагается на задней поверхности руки выше локтя. Имеет три головки.

# Мышцы нижней конечности



- **МЫШЦЫ ГОЛОВЫ**



## Мышцы шеи

- 1 — челюстно-подъязычная мышца;
- 2 — шилоподъязычная мышца;
- 3 — двубрюшная мышца: а) переднее брюшко, б) заднее брюшко;
- 4 — длинная мышца головы;
- 5 — щитовидно-подъязычная мышца;
- 6 — длинная мышца головы;
- 7 — лопаточно-подъязычная мышца: а) верхнее брюшко, б) нижнее брюшко;
- 8 — грудино-подъязычная мышца;
- 9 — грудино-щитовидная мышца;
- 10 — мышца, поднимающая лопатку;
- 11 — длинная мышца шеи;
- 12 — передняя лестничная мышца;
- 13 — средняя лестничная мышца;
- 14 — задняя лестничная мышца

