

Скелет

Значение опорно-двигательной системы. Опорно-двигательная система человека состоит из пассивного (скелет и его соединения) и активного (мышцы) отделов.

Скелет — совокупность костей тела, соединенных между собой. Он формирует костный каркас тела и выполняет функции движения, опоры, а также защиты. *Функция движения* осуществляется с помощью сочлененных суставами костей и сокращения прикрепленных к ним мышц. *Опорная функция* заключается в прикреплении мягких тканей и органов к различным костям скелета. *Функция защиты* выражается в образовании костями полостей, в которых находятся жизненно важные органы. Так, грудная клетка предохраняет от механических воздействий сердце и легкие, черепная коробка — головной мозг и т. п. Кости также являются источником минеральных веществ. В них находится красный костный мозг, участвующий в кроветворении.

В скелете человека более 200 костей. Они образованы костной тканью, в состав которой входят органические вещества (оссеин, оссеомукоид и др.) и неорганические соединения (преимущественно карбонат и фосфат кальция). Органические вещества придают кости гибкость и упругость, неорганические — твердость. Доля органических веществ от массы кости составляет около 30%, остальные 70% приходятся на неорганические соединения. С возрастом доля неорганических веществ возрастает, а органических снижается, что делает кости более хрупкими и трудно сражаемыми после переломов.

Строение кости. На продольном распиле трубчатой кости хорошо выделяются два вида костного вещества: снаружи — плотное *компактное* и внутри — *губчатое*. Оба вида вещества состоят из рыхло расположенных костных клеток и выделяемого ими межклеточного вещества с погруженными в него белковыми волокнами. В совокупности эти элементы формируют *костные пластинки*, а они, в свою очередь, — более крупные *костные перекладины*, или балки. В губчатом веществе перекладины располагаются рыхло, образуя между собой ячейки наподобие губки. Если же перекладины плотно прилегают друг к другу в виде концентрических кругов вокруг каналов, в которых проходят нервы и кровеносные сосуды, питающие кость, то образуется компактное вещество кости. Компактное вещество, находясь снаружи, придает кости прочность, а губчатое уменьшает массу кости. Соотношение плотного и компактного костного вещества различно для разных костей и зависит от их формы, функции и расположения.

Снаружи кость, за исключением суставных поверхностей, покрыта *надкостницей*. Она представляет собой плотный соединительнотканый чехол, который посредством коллагеновых волокон сращен с костью. В надкостнице содержится много кровеносных сосудов, проникающих в толщу кости и питающих ее. Во внутреннем слое надкостницы имеются клетки (остеобласты), способные образовывать новые костные клетки. Поэтому

надкостница обеспечивает рост костей в толщину, а также заживление переломов костей.

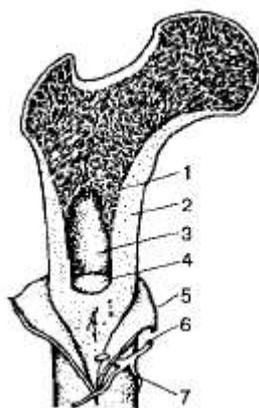


Схема строения трубчатой кости: 1—губчатое вещество; 2—компактное вещество; 3—костно-мозговая полость; 4—костный мозг; 5—надкостница; 6—кровеносный сосуд; 7—питательное отверстие.

Кость содержит костный мозг двух видов. Ячейки между переключками губчатого вещества кости заполнены *красным костным мозгом*. В нем много кровеносных сосудов, питающих кость изнутри, а также кроветворных клеток. В полости трубчатых костей содержится *желтый костный мозг*, представленный главным образом жировыми клетками, придающими ему желтый цвет.

Форма костей. По форме кости скелета подразделяют на трубчатые, плоские и смешанные.

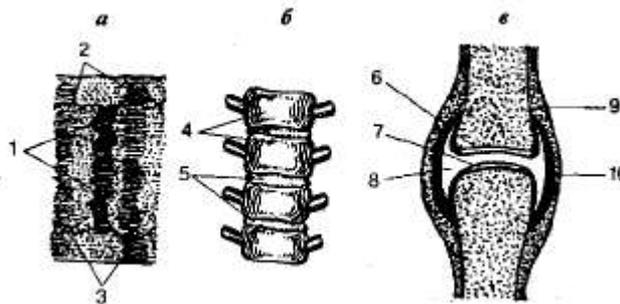
Трубчатые кости подразделяются на длинные и короткие. *Длинные* трубчатые кости, образующие основу конечностей, выполняют функцию рычагов, приводимых в движение мышцами (кости плеча, предплечья, бедра, голени). Эти кости имеют утолщенные концы — головки, или эпифизы, и полую (в виде трубки) среднюю часть — тело, или диафиз, стенки которого образованы компактным веществом. Будучи легкими, такие кости способны оказывать большое сопротивление сжатию и растяжению. В период роста кости между телом и головками расположены хрящевые прослойки. Клетки хряща делятся в сторону концов кости, а на противоположной стороне прослойки хрящ замещается костью, в результате чего длина кости увеличивается. Полное окостенение скелета человека происходит к 20—25 годам. *Короткие* трубчатые кости располагаются в местах, где большая подвижность сочетается с сопротивлением сдавливающим силам (кости предплюсны, запястья).

Плоские кости формируют защитные полости для внутренних органов (кости черепа, тазовые кости, ребра, лопатки и др.).

К *смешанным* принадлежат кости, образованные из нескольких частей, имеющих различное строение и функции (височная, клиновидная кости).

Соединение костей. Существует три типа соединения костей: неподвижное, полуподвижное и подвижное, или сустав.

Неподвижные соединения осуществляются сращением костей (крестцовые позвонки), а также швами (кости черепа). Они обеспечивают надежность соединения и способность выдерживать большие нагрузки.

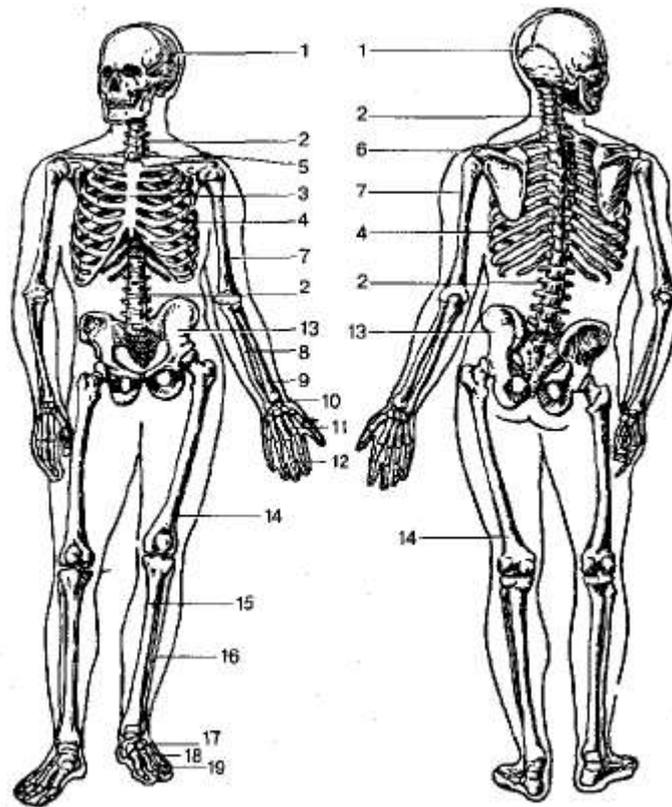


. *Неподвижное (а), полуподвижное (б) и подвижное (в) соединение костей: 1—3 — швы между теменными, лобной и теменной и между затылочной и теменными костями соответственно; 4 — позвонки; 5 — хрящевые прослойки между позвонками; 6,7—суставные поверхности; 8 — суставная полость; 9 — надкостница; 10 — суставная сумка.*

Полуподвижные называются соединения костей с помощью хряща (соединение позвонков в позвоночнике, ребер с грудиной).

Сустав — наиболее распространенная и сложная форма соединения костей, обеспечивающая подвижное соединение. Суставы независимо от различий в подвижности состоят из трех обязательных элементов: суставных поверхностей, суставной сумки и суставной полости (см. рис. 12.5). *Суставные поверхности* сочленяющихся костей идеально пригнаны по форме и плотно прилегают друг к другу. Они покрыты особым (гиалиновым) хрящом. Их гладкая поверхность облегчает движение в суставе, а эластичность хряща смягчает толчки и сотрясения, испытываемые суставом. Соединительнотканная *суставная сумка* натянута между сочленяющимися концами костей и прикреплена к краю суставных поверхностей, где она переходит в надкостницу. В большинстве суставов сумка снаружи укреплена связками. *Суставная полость* герметична и окружена суставными хрящами и суставной сумкой. В ней находится небольшое количество вязкой жидкости, которая смазывает суставные хрящи, что уменьшает трение в суставах при движении. Благодаря отрицательному давлению в суставной полости поверхности сочленяющихся костей тесно прилегают друг к другу.

По форме суставных поверхностей различают четыре типа суставов: *плоские* (между костями запястья и пясти), *цилиндрические* (сочленение между локтевой и лучевой костями), *эллиптические* (сочленение между костями предплечья и кисти) и *шаровидные* (плечевой и тазобедренный суставы). Наименьшую подвижность обеспечивают плоские суставы, наибольшую — шаровидные.



Скелет человека (спереди и сзади): 1 — череп; 2—позвоночник; 3 — грудина; 4 — грудная клетка; 5 — ключица; 6 — лопатка; 7 — плечевая кость; 8 — локтевая кость; 9 — лучевая кость; 10— кости запястья; 11 —кости пясти; 12 — фаланги пальцев; 13—тазовая кость; 14 — бедренная кость; 15 — большая берцовая кость; 16 —малая берцовая кость; 17—кости предплюсны; 18 — кости плюсны.

Строение скелета человека и его особенности. В скелете выделяют три отдела: скелет туловища, верхних и нижних конечностей и головы — череп

Скелет туловища состоит из позвоночного столба и грудной клетки.

Позвоночный столб —опора туловища. Он образован 33-34 позвонками и имеет 5 отделов: шейный — 7 позвонков, грудной —12, поясничный — 5, крестцовый — 5 и копчиковый — 4-5 позвонков.

Каждый позвонок состоит из *тела* и *дугой*. От позвонка отходят семь отростков: два поперечных, непарный остистый и по два верхних и нижних суставных отростка. При помощи последних позвонки сочленяются друг с другом. Между телом и дугой позвонка имеется позвоночное отверстие. Совокупность расположенных друг над другом отверстий позвонков образует *позвоночный канал*, в котором располагается спинной мозг. Размеры тел позвонков увеличиваются от шейного отдела к поясничному в связи с возрастающей нагрузкой на нижние позвонки. Тела позвонков соединены между собой хрящевыми межпозвоночными дисками, обеспечивающими его подвижность и гибкость. Крестцовые и копчиковые позвонки сращены между собой и образуют крестцовую и копчиковую кости.

В связи с прямохождением человека его позвоночник имеет четыре *изгиба*. В шейном и поясничном отделах изгибы обращены выпуклостью вперед (лордоз), в

грудном и крестцовом — выпуклостью назад (кифоз). Благодаря S-образной форме позвоночника смягчаются толчки при ходьбе, прыжках и беге, облегчается сохранение равновесия тела и увеличивается объем полости грудной клетки и таза.

Грудные позвонки, 12 пар ребер и грудина в совокупности образуют *грудную клетку*. Плоские, дугообразно изогнутые ребра сочленены с поперечными отростками тел грудных позвонков. Верхние ребра — 7 пар — непосредственно соединены с *грудиной* — плоской костью, лежащей по средней линии груди. Расположенные под ними 8—10-я пары ребер соединены друг с другом хрящами и присоединены к 7-й паре ребер. 11-я и 12-я пары ребер не соединяются с грудиной и размещаются свободно в мягких тканях. Грудная клетка защищает расположенные в ней сердце, легкие, трахею, пищевод и крупные кровеносные сосуды. За счет ритмического приподнимания и опускания ребер изменяется объем грудной клетки. В связи с прямохождением человека ее форма плоская и широкая.

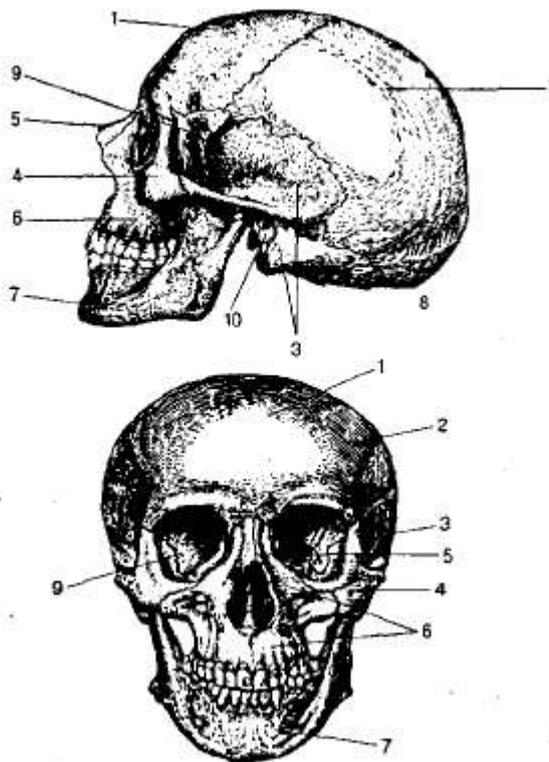
Скелет верхних конечностей включает плечевой пояс и скелет свободных верхних конечностей (рук). Плечевой пояс представляют две парные кости — *лопатки* и *ключицы*. Лопатка — плоская треугольная кость, наружный угол которой образует суставную впадину для сочленения с головкой плечевой кости. Ключицы одним концом соединены с грудиной, а другим — с лопаткой, благодаря чему рука человека получает возможность совершать разнообразные движения в трех плоскостях. Скелет свободной верхней конечности образован *плечевой костью*, *предплечьем*, состоящим из локтевой и лучевой костей, а также *кистью*. В кисти различают восемь коротких трубчатых костей *запястья*, расположенных в два ряда по четыре кости, пять длинных костей *пясти*, каждая из которых имеет по три *фаланги* пальцев (за исключением большого пальца с двумя фалангами).

Скелет нижних конечностей состоит из тазового пояса и свободных нижних конечностей (ног). *Тазовый пояс* образован парой массивных *тазовых костей*, которые сзади сращены с крестцом, а спереди соединены между собой с помощью хряща (лонное сращение). В растущем организме тазовая кость состоит из трех костей, соединенных хрящевой тканью: *подвздошной*, *седалищной* и *лонной*. На месте их сращения имеется углубление — *вертлужная впадина*, служащая для соединения с головкой бедренной кости. В связи с прямохождением таз человека широкий и чашеобразный. Женский таз по форме более широкий и короткий, мужской — более длинный и узкий.

Скелет свободной нижней конечности состоит из *бедренной кости*, *костей голени* (большой и малой берцовой) и *костей стопы* (семь костей *предплюсны*, пять *плюсны* и *фаланги* пальцев). В стопе имеется свод, образуемый опорой на выступ пяточной кости и переднюю часть костей пясти. Сводчатая стопа смягчает толчки тела при ходьбе.

Скелет головы (череп) состоит из двух отделов: мозгового и лицевого. *Мозговой отдел* по объему в четыре раза превосходит лицевой (у обезьян они равны). Мозговой череп образован двумя парными костями (теменными и височными) и

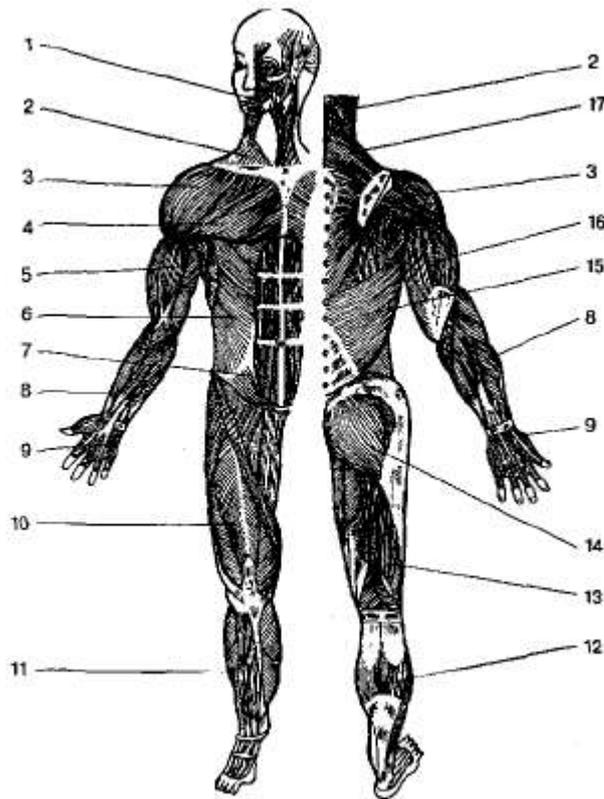
четырьмя непарными (лобной, затылочной, решетчатой и клиновидной). В состав *лицевого отдела* черепа, формирующего костный остов лица, входят три непарные кости (нижняя челюсть, сошник и подъязычная) и шесть парных костей (верхнечелюстные, небные, скуловые, носовые, слезные и нижние носовые раковины). В костях верхней и нижней челюстей имеется по 16 ячеек для шеек и корней зубов. Все кости черепа, за исключением нижней челюсти, соединены неподвижно. Нижняя челюсть соединена суставом с отростками височных костей.



Череп спереди и сбоку: 1 — лобная кость; 2 — теменная кость; 3 — височная кость; 4 — скуловая кость; 5 — носовая кость; 6 — верхняя челюсть; 7 — нижняя челюсть; 8 — затылочная кость; 9 — основная кость; 10 — наружное слуховое отверстие.

Скелетные мышцы, их строение и функции

Функции мышц. Мышцы — это органы тела, состоящие из мышечной ткани, способной сокращаться под влиянием нервных импульсов. Они являются активным элементом опорно-двигательной системы, так как обеспечивают разнообразные движения при перемещении человека в пространстве, сохранение равновесия, дыхательные движения, сокращения стенок внутренних органов, голосообразование и др.



Мышечная система человека: 1 — мышцы лица; 2 — мышцы шеи; 3 — дельтовидная мышца; 4 — большая грудная мышца; 5 — двуглавая мышца плеча; 6 — наружная косая мышца живота; 7 — прямая мышца живота; 8 — мышцы предплечья; 9 — мышцы кисти; 10 — четырехглавая мышца бедра; 11 — мышцы голени; 12 — икроножная мышца; 13 — двуглавая мышца бедра; 14 — большая ягодичная мышца; 15 — широчайшая мышца спины; 16 — трехглавая мышца плеча; 17 — трапецевидная мышца.

Соединение со скелетом дало основание называть их *скелетной мускулатурой* (рис. 12.8). Общее число мышц около 600, а доля их от массы тела человека оставляет в среднем около 30%.

Строение мышцы. Мышца состоит из пучков поперечнополосатых мышечных волокон, соединенных рыхлой соединительной тканью в пучки первого порядка. Они, в свою очередь, объединяются в пучки второго порядка и т. д. В итоге мышечные пучки всех порядков объединяются соединительной оболочкой, образуя мышечное брюшко. Соединительнотканые прослойки, имеющиеся между мышечными пучками по концам брюшка, переходят в *сухожильную часть мышцы, крепящейся к кости*. Во время сокращения происходит укорочение мышечного брюшка и сближение ее концов. При этом сократившаяся мышца с помощью сухожилия тянет за собой кость, которая выполняет роль рычага. Так совершаются разнообразные движения.

Каждая мышца является целостным (отдельным) органом, имеющим определенную форму, строение и функцию, развитие и положение в организме. Мышцы обильно снабжены кровеносными сосудами и нервами. В каждом движении принимают участие несколько мышц. Мышцы, действующие совместно в одном направлении и вызывающие сходный эффект, называются *синергистами*, а совершающие противоположно направленные

движения — *антагонистами*. Например, сгибателем локтевого сустава является двуглавая мышца плеча (бицепс), а разгибателем — трехглавая (трицепс)-Сокращение мышц-сгибателей локтевого сустава сопровождается расслаблением мышц-разгибателей. Однако при постоянной нагрузке на сустав (например, при удержании гири в горизонтально вытянутой руке) мышцы-сгибатели и разгибатели локтевого сустава действуют уже не как антагонисты, а как синергисты. Таким образом, действия мышц нельзя сводить к выполнению только одной функции, так как они многофункциональны. Поскольку в каждом движении участвуют мышцы как одной, так и другой группы, наши движения точны и плавны.

По характеру выполняемых основных движений и по действию на сустав различают следующие виды мышц: сгибатели и разгибатели, приводящие и отводящие, вращающие, приподнимающие и опускающие и др. Выделяют также мимические, жевательные и дыхательные мышцы.

Нервная регуляция деятельности мышц. В большинстве движений участвует множество мышц, причем сокращение и расслабление различных групп мышц происходит в определенном порядке и с определенной силой. Такая согласованность движений называется координацией движений. Она осуществляется нервной системой. Скелетные мышцы иннервируются соматическим отделом нервной системы. К каждой мышце подходит один или несколько нервов, проникающих в ее толщу и разветвляющихся на множество мелких отростков, которые достигают мышечных волокон. Посредством нервов осуществляется связь мышц с ЦНС, которая регулирует любые двигательные акты (ходьба, бег, пищевые движения и т. д.) и длительное напряжение мышц — тонус, поддерживающий определенное положение тела в пространстве. Деятельность мышц носит рефлекторный характер. Мышечный рефлекс может запускаться с раздражения рецепторов, находящихся в самой мышце или в сухожилиях, либо с раздражения зрительных, слуховых, обонятельных, осязательных рецепторов.

В регуляции безусловно-рефлекторных движений принимает участие мозжечок. Он осуществляет координацию движения, регуляцию мышечного тонуса, способствует поддержанию равновесия и позы тела. При поражении мозжечка его регуляторные двигательные функции нарушаются.

Сокращаясь, мышца действует на кость как на рычаг и производит механическую работу. На осуществление работы мышцы затрачивается энергия, которая образуется в результате распада и окисления органических веществ, поступивших в мышечную клетку. Основным источником энергии является АТФ. Кровь доставляет мышцам питательные вещества и кислород и уносит образующиеся продукты диссимиляции (углекислый газ и др.). При длительной работе наступает утомление и снижение работоспособности мышцы, возникающее из-за несоответствия между ее кровоснабжением и возросшими потребностями в

питательных веществах и кислороде. Кроме того, утомление возникает и вследствие процессов, происходящих в нервных центрах.

Русский физиолог И. М. Сеченов первым пришел к выводу, что работоспособность мышц зависит от величины нагрузки и ритма работы. Подобрал их оптимальные соотношения, можно добиться высокой производительности работы мышц. И. М. Сеченов установил также, что мышечное утомление проходит и работоспособность восстанавливается гораздо быстрее в результате смены видов деятельности, а не полного бездействия. Тренировка мышц увеличивает их массу, силу и работоспособность. Чрезмерная же работа приводит к утомлению, а бездеятельность — к атрофии.

Систематическая мышечная работа усиливает кровоснабжение мышцы и костей, к которым они прикрепляются. Это приводит к увеличению мышечной массы и усиленному росту костей. Сильные мышцы легко справляются с поддержанием туловища в нужном положении, противостоят развитию сутулости, искривлению позвоночника.

Гигиена опорно-двигательной системы. Человек рождается с очень гибким скелетом. Поэтому в детском возрасте особенно внимательно нужно следить за осанкой ребенка, позой ученика за партой. Слабо развитые мышцы и неправильная осанка ребенка могут привести к развитию искривления позвоночника, сутулости, которые нарушают нормальную деятельность органов грудной полости и пищеварения. Для предупреждения плоскостопия (уплощение свода стопы) не следует в период активного роста человека носить тесную обувь, а также длительно носить обувь на высоком каблуке. На формировании опорно-двигательного аппарата организма положительно сказываются активный образ жизни, подвижные игры, регулярные занятия физкультурой и спортом.