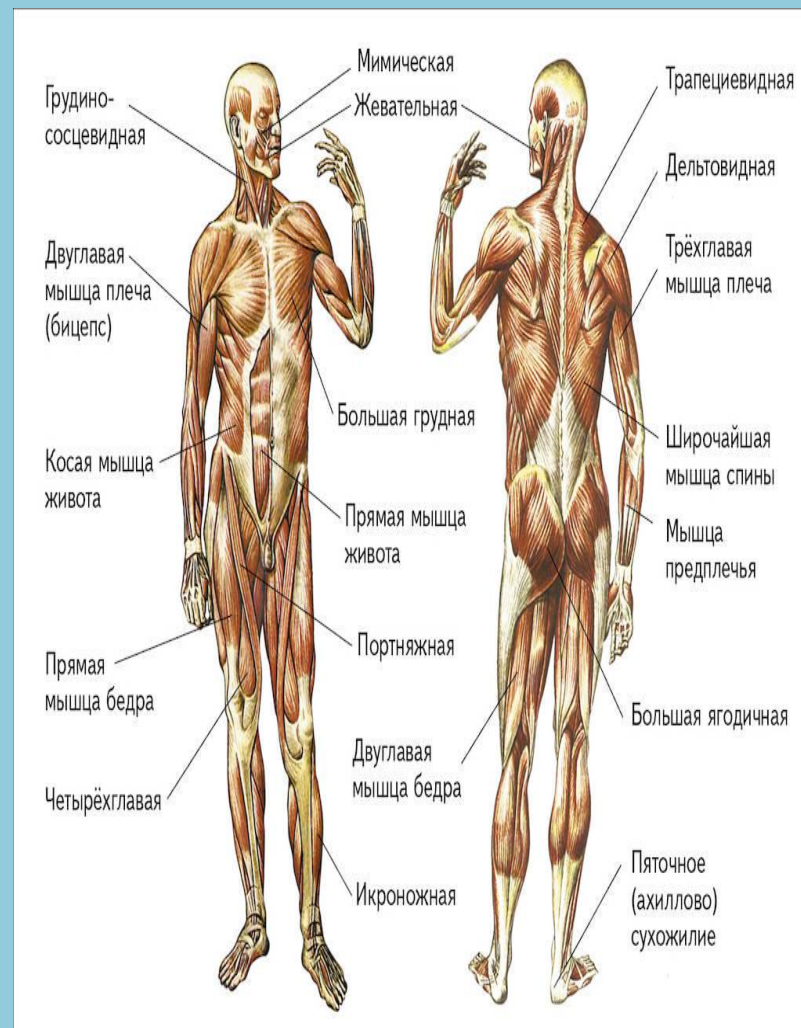
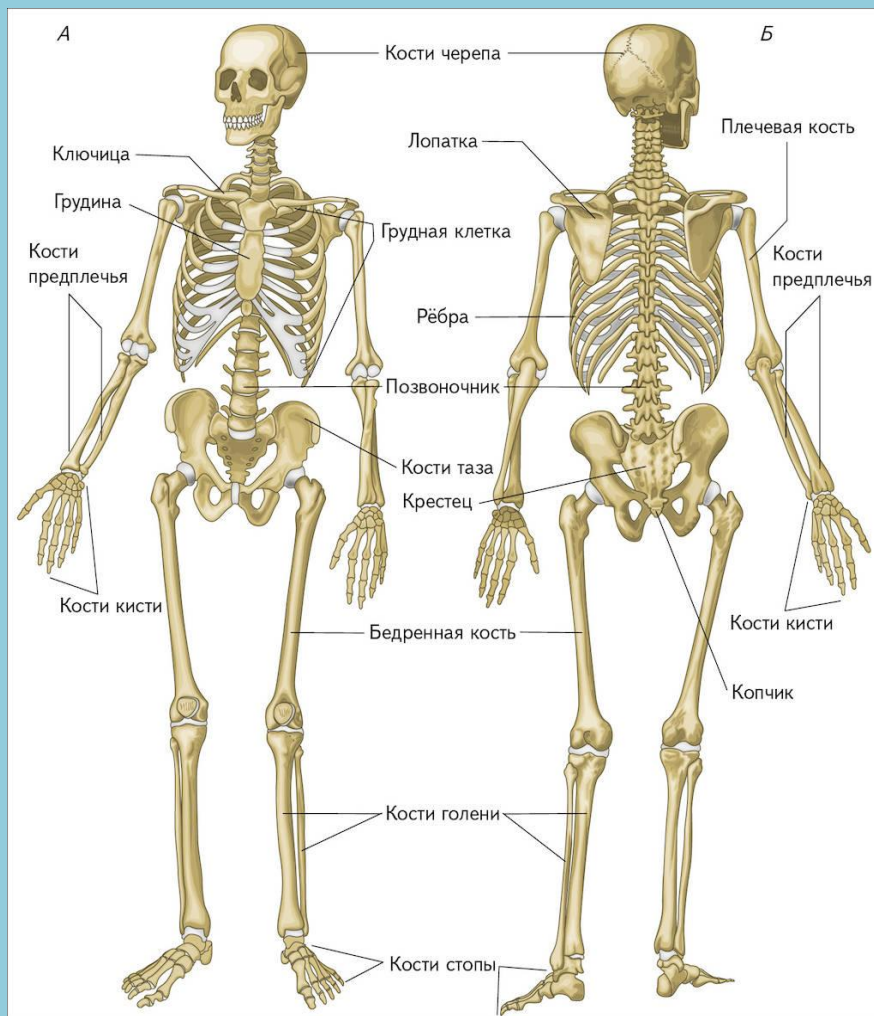


# ОПОРНО – ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА



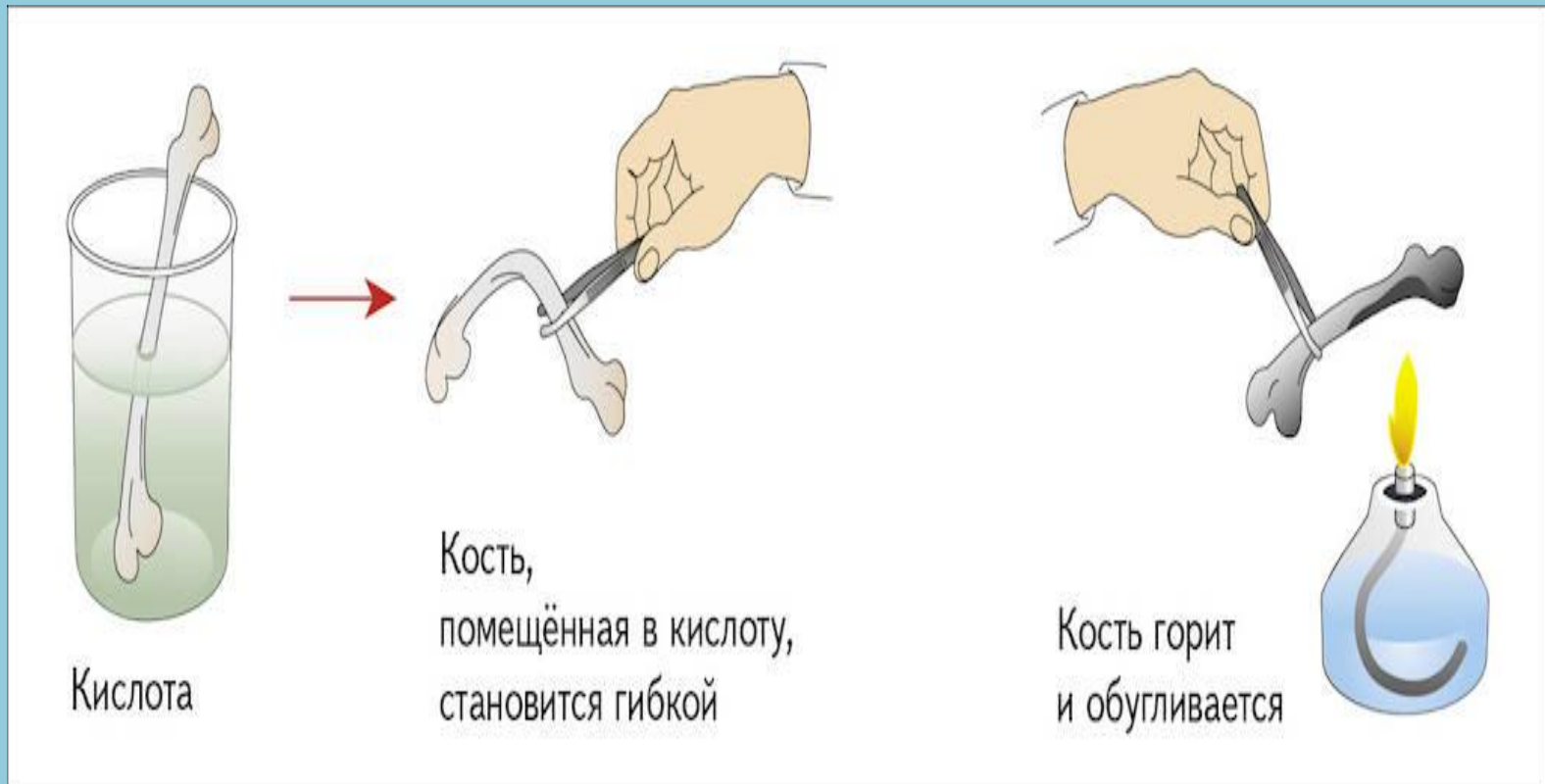
# Опорно-двигательный аппарат выполняет следующие функции:

- передвижение тела в пространстве;
- опора внутренних органов;
- защита внутренних органов от  
внешних механических  
воздействий.

- Опорно-двигательный аппарат состоит из двух частей: пассивной (скелет и его соединения) и активной (мышцы).
- Скелет образован разнообразными соединительной ткани и представляет собой совокупность костей, хрящей и связок. Общая масса скелета составляет 15–20 % массы тела человека.
- В состав скелета человека входит более 200 костей.

- Состав кости. В состав костей входят **органические вещества** (в основном белки — оссеин, коллаген) и **неорганические вещества**, главным образом соли кальция и фосфора. В костях содержится почти весь кальций и фосфор организма и примерно половина магния и натрия.
- Высокая прочность и упругость костей обеспечивается сочетанием свойств органических и неорганических веществ, а также конструкцией костной ткани.

# Проведём опыт, доказывающий присутствие в костях органических и неорганических веществ.

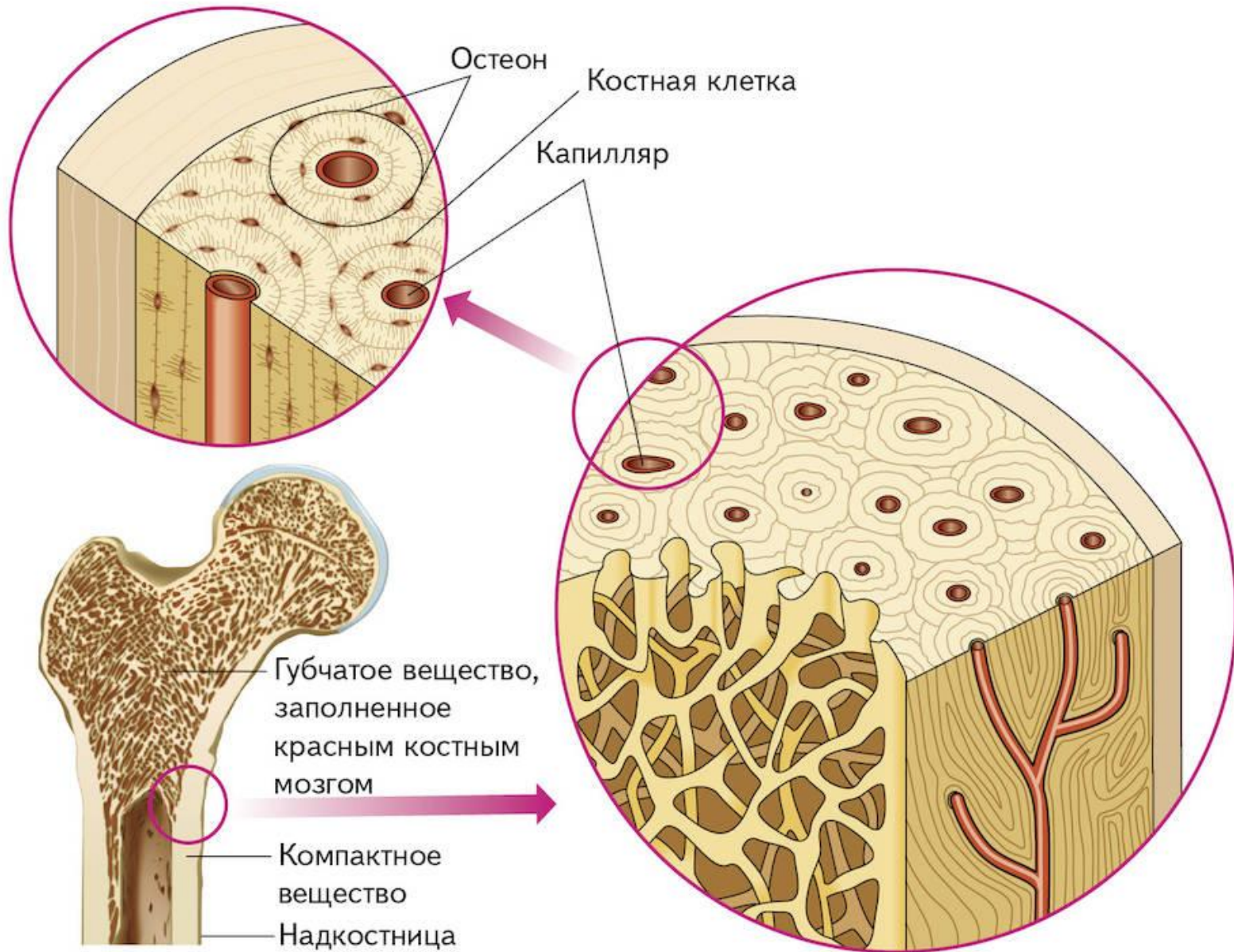


**Минеральные соли придают костям твёрдость, а органические вещества — упругость.**

- У детей органических веществ в костях больше, чем у взрослых. **Поэтому детские кости реже ломаются, но легко деформируются.** В связи с этим из-за неправильной позы, в которой ребёнок сидит за столом, или неравномерной нагрузки на скелет происходит нарушение осанки. Наиболее прочными кости бывают в возрасте от 20 до 40 лет. С возрастом у человека в костной ткани увеличивается содержание минеральных солей, это приводит к повышенной ломкости костей.

## Внутреннее строение кости.

- Под микроскопом можно увидеть, что кость состоит из огромного числа костных трубочек — **остеонов**.
- Остеон представляет собой несколько слоёв тончайших костных пластинок, концентрически расположенных вокруг канала, по которому проходят кровеносные сосуды и нервные волокна.
- Между костными пластинками, являющимися межклеточным веществом костной ткани, расположены костные клетки.
- Из остеонов и находящихся между ними вставочных пластинок состоят более крупные элементы кости — **перекладины**. Перекладины расположены строго определённым образом, что придаёт костям наибольшую прочность и соответствует основным линиям растяжения и сжатия (давления на кость).





## Внутреннее строение кости.

- В зависимости от расположения перекладин различают два типа костного вещества — компактное и губчатое.
- В компактном веществе, которое образует наружный слой каждой кости, перекладины уложены плотно и образуют сложные системы.
- В губчатом веществе перекладины перекрещиваются и образуют множество ячеек, заполненных красным костным мозгом.
- Красный костный мозг является кроветворным органом — в нём происходит формирование клеток крови.

- Кости становятся толще и прочнее при постоянной мышечной нагрузке (регулярные занятия спортом, физический труд).
- Нагрузка на кость приводит к увеличению числа остеонов в компактном веществе кости.
- Неподвижность или ограниченная подвижность в результате длительной болезни, уменьшение мышечной нагрузки приводят к **утончению кости.**

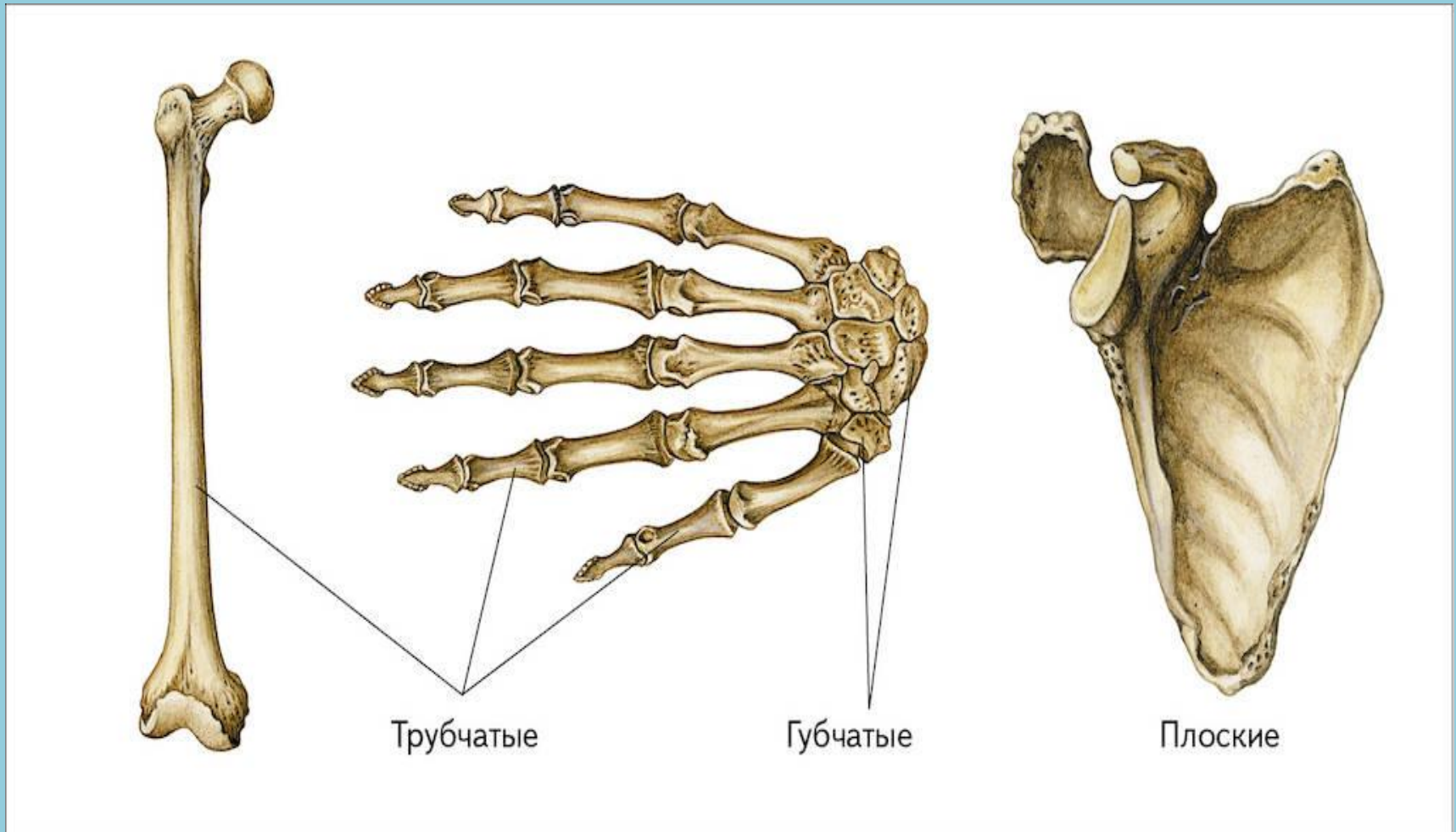
- Снаружи кость покрыта соединительнотканной оболочкой — надкостницей.
- Она содержит кровеносные и лимфатические сосуды, которые проходят в кость.
- Во внутреннем слое надкостницы содержатся клетки, участвующие в процессах развития и перестройки костной ткани.
- За счёт этих клеток осуществляется рост кости в толщину и срастание её при переломе.
- Надкостница не покрывает суставные поверхности.

## **Изменение костного аппарата в ходе роста организма.**

- На начальном этапе эмбрионального развития скелет состоит из хряща.
- Начиная с 6–8-й недели развития хрящевая ткань постепенно замещается костной тканью.
- Этот процесс продолжается после рождения и заканчивается у женщин к 16–18 годам, а у мужчин — к 22–25 годам.
- Таким образом, в детстве и юности кости растут в длину и толщину.
- У взрослых людей кости не удлиняются и не утолщаются, но в течение всей жизни происходит обновление костного вещества за счёт деления клеток внутреннего слоя надкостницы.

- Для нормального развития костей необходимо, чтобы в организм поступали *разнообразные минеральные соли* и *особые вещества*, регулирующие поступление этих солей в кости, например **витамин D**. В случае нехватки этого витамина развивается заболевание — **рахит**, при котором кости теряют свою прочность и могут даже изгибаться под тяжестью тела.
- До 50 лет рост человека остаётся неизменным, а затем начинает уменьшаться на 1–2 см за десятилетие. Это объясняется уменьшением двигательной активности и массы костно-мышечного аппарата.
- Высота человека в течение суток тоже неодинакова.

Виды костей и их соединения. Разновидности  
костей. По форме различают кости трубчатые, губчатые  
и плоские:



- Трубчатые кости являются основой скелета конечностей. Они очень прочные и способны выдерживать большие нагрузки. Рассмотрим в качестве примера **бедренную кость**. Её средняя часть имеет вид трубки с полостью, заполненной жировой тканью — жёлтым костным мозгом. Стенки трубки образованы компактным костным веществом и покрыты надкостницей.
- Концы костей — головки — образованы губчатым веществом и покрыты плотным хрящом. В ячейках губчатого вещества находится красный костный мозг. Между головкой и трубкой находится суженная часть трубчатой кости — шейка. В этом месте в детском и юношеском возрасте располагается прослойка хряща, и за счёт деления его клеток кость нарастает в длину. Когда происходит полная замена хрящевой ткани на костную, рост кости в длину прекращается.
- Различают два вида трубчатых костей: длинные (кости плеча, бедра, предплечья и голени) и короткие (кости плюсны и пясти, фаланги пальцев).

Головка

Хрящ

Губчатое вещество  
с красным костным  
мозгом

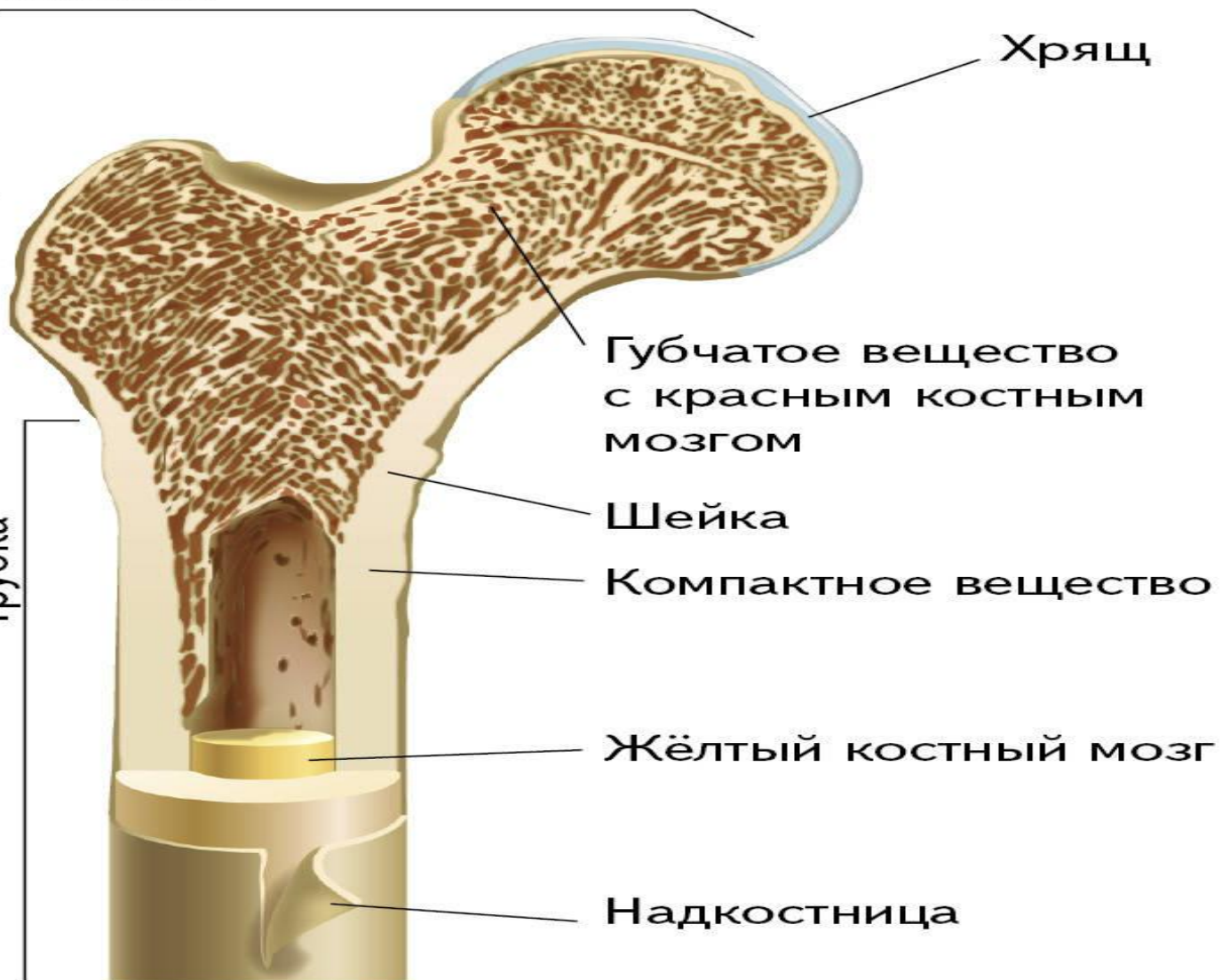
Шейка

Компактное вещество

Жёлтый костный мозг

Надкостница

Трубка

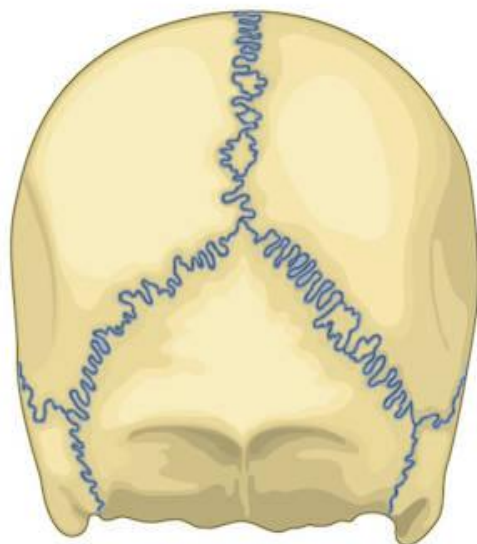




- Губчатые кости (например, рёбра, кости запястья, предплюсны, тела позвонков) имеют неправильную форму и состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества. Эти кости находятся в местах, где необходима повышенная прочность в сочетании с подвижностью.

- Плоские кости имеют внутреннее строение, сходное с губчатыми, и в основном выполняют защитную функцию. Они образуют свод черепа, тазовые кости, лопатку, грудину.

**Разновидности соединений костей.** Соединения костей необходимы как для обеспечения движения костей относительно друг друга, так и для обеспечения устойчивости скелета. Соединения костей бывают неподвижными, полуподвижными и подвижными.



Неподвижное соединение  
(швы)



Полуподвижное соединение

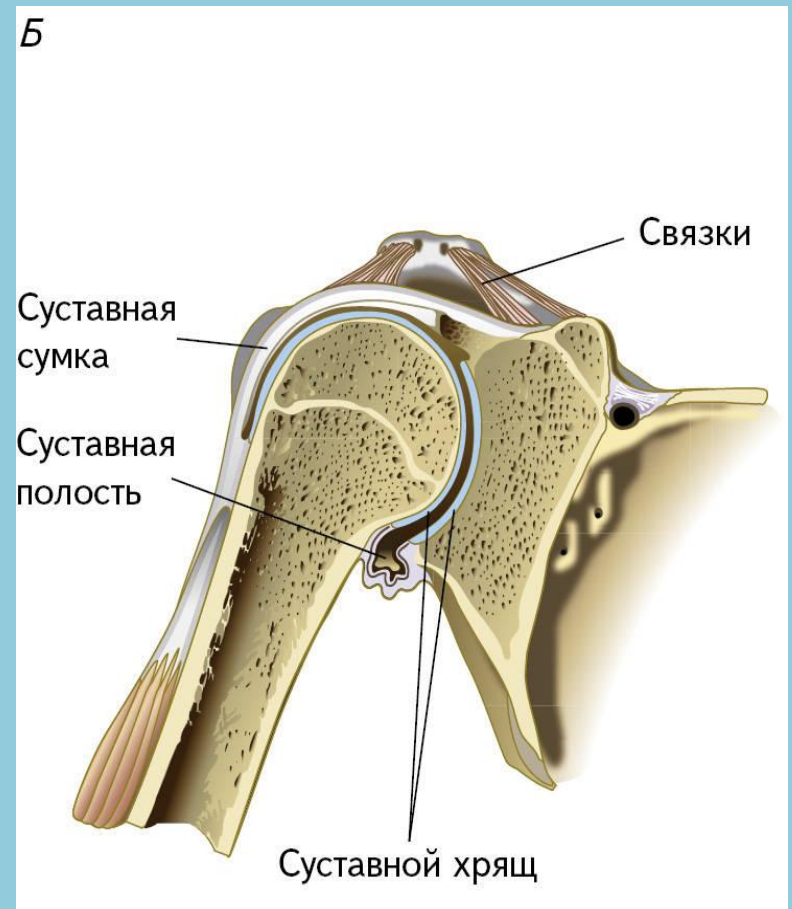
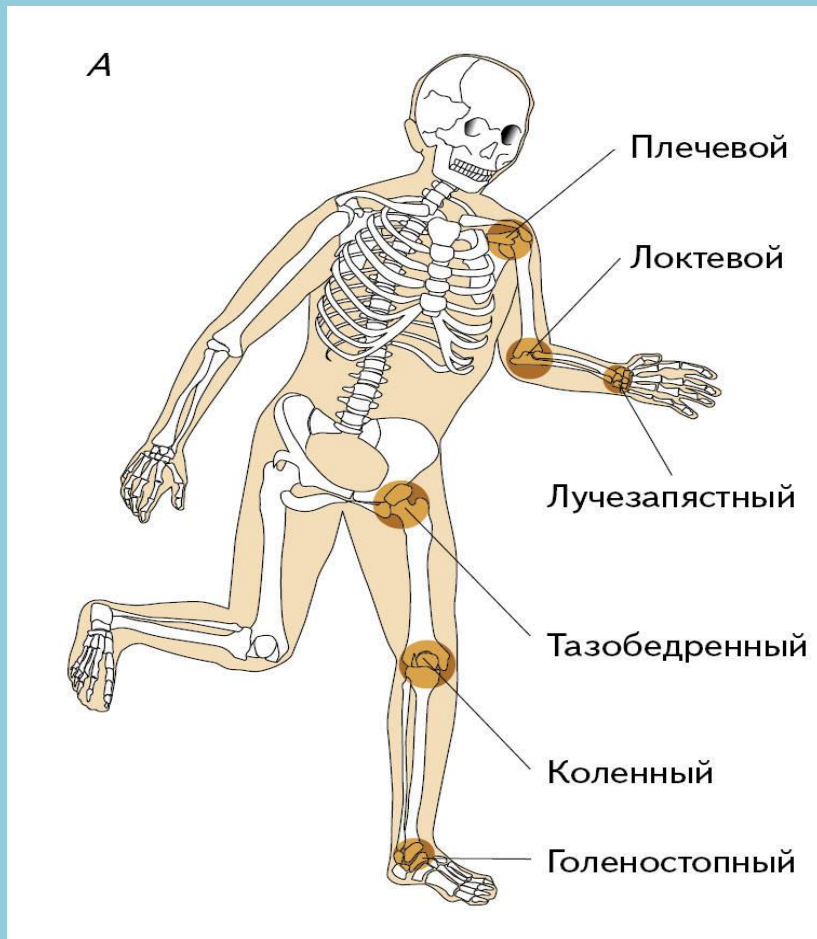


Подвижное соединение  
(суставы)

- **Неподвижные соединения** образуются в результате срастания нескольких костей в одну (например, тазовая и копчиковая кости) или за счёт костных швов — очень прочных, напоминающих застёжку-молнию. При шовных соединениях надкостница, не прерываясь, покрывает линию шва — так соединяются кости черепа.
- **Полуподвижные соединения** образуются за счёт прослоек хряща между костями и допускают ограниченные движения — так соединены позвонки позвоночного столба. Так как в течение дня позвоночник испытывает нагрузки при ходьбе и особенно при беге, то хрящевые прослойки между позвонками сжимаются, а изгибы позвоночника увеличиваются. Поэтому и рост человека к вечеру уменьшается примерно на 2 см. Если нагрузки значительны, то рост вечером может быть меньше, чем утром, на целых 6 см! Однако за ночь он восстанавливается.

- **Подвижные соединения** — суставы — обеспечивают движения конечностей. Эти соединения называются ещё прерывистыми, так как между соединяющимися костями имеется щель.
- Чаще всего сустав образован двумя костями. Одна из сочленяющихся костей имеет головку, которая входит во впадину на конце другой кости. Суставные поверхности сочленяющихся костей покрыты очень плотным и гладким суставным хрящом. Пространство между суставными поверхностями — суставная полость — заполнено суставной жидкостью, которая обеспечивает смазку суставных поверхностей, снижает трение при движении, обеспечивает питание суставного хряща. Суставы заключены в суставную сумку и стянуты связками. Связки могут располагаться как внутри, так и вне суставной полости. Связки укрепляют сустав, а также ограничивают движения в суставе. Благодаря подвижному соединению костей человек может активно передвигаться, заниматься трудовой деятельностью.

# Суставы — подвижные соединения костей: А — разновидности суставов; Б — строение плечевого сустава



# Мышцы

- Все движения организма совершаются благодаря мышцам, образующим мышечную систему. Различают *гладкие* и *поперечнополосатые* мышцы.
- **Гладкие мышцы** входят в состав внутренних органов (стенок желудочно-кишечного тракта, дыхательных путей, матки, мочевого пузыря, мочеточников и др.), кровеносных и лимфатических сосудов. *Сокращения их медленные и непроизвольные, то есть не подчиняются воле человека.*
- **Поперечнополосатые скелетные мышцы** входят в состав активной части опорно-двигательной системы и выполняют разнообразные функции: обеспечивают передвижение тела в пространстве, защиту внутренних органов, поддержание позы и равновесия, мимику лица, участвуют в глотательных движениях и в образовании звуков речи, вырабатывают тепло. *Сокращения скелетных мышц произвольные, то есть подчиняются воле человека.*

- Большинство мышц относят к поперечнополосатым скелетным .
- В теле человека их насчитывают около 600.
- Общая масса скелетной мускулатуры в 17–18 лет достигает 40 %, а у взрослых людей составляет от 35 % (у среднего человека) до 50 % (у тренированных спортсменов) массы тела.
- У мужчин скелетная мускулатура развита значительно лучше, чем у женщин.
- У женщин масса скелетных мышц составляет около 25 % массы тела, а у мужчин — около 40 %.



- **Строение скелетной мышцы.**
- В скелетной мышце выделяют брюшко (сокращающаяся часть) и сухожилия (несокращающаяся часть), которые обеспечивают её прикрепление к костям. Брюшко мышцы состоит из большого количества клеток — мышечных волокон, объединённых в пучки с помощью соединительнотканых оболочек.
- Сухожилие состоит из плотной соединительной ткани, малорастяжимо, обладает значительной прочностью и выдерживает огромные нагрузки (например, ахиллово сухожилие выдерживает растяжение силой 400 кг).
- Сверху мышца покрыта плотной соединительнотканной оболочкой — фасцией.

Фасция

Прослойки соединительной  
ткани

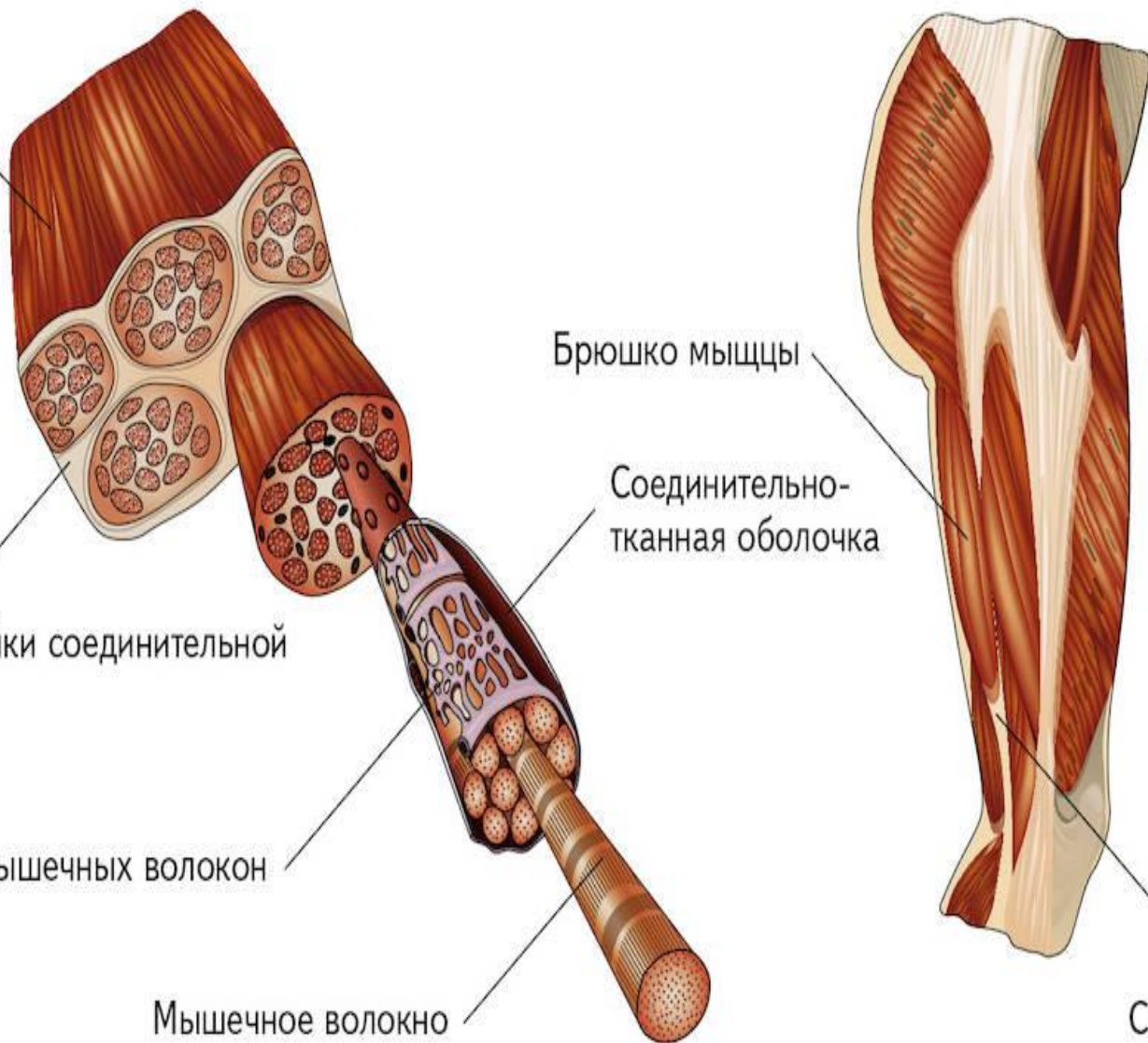
Пучок мышечных волокон

Мышечное волокно

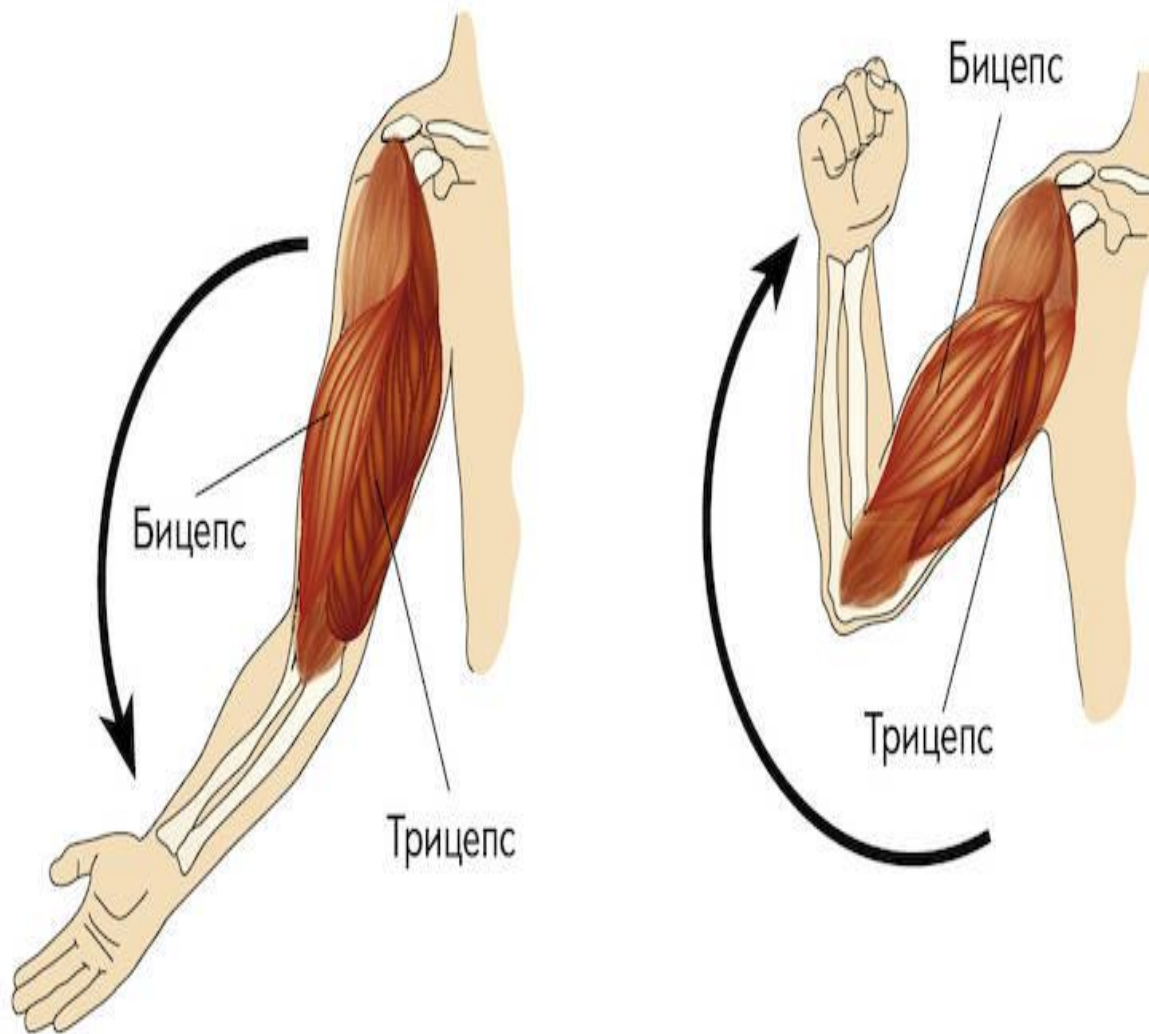
Брюшко мышцы

Соединительно-  
тканная оболочка

Сухожилие



- **Работа скелетных мышц.**
- Большинство скелетных мышц обеспечивают движение (сгибание и разгибание, вращение и т. д.) какого-либо сустава.
- При сокращении мышцы её брюшко утолщается и укорачивается, концы мышцы сближаются и тянут за собой кости, к которым они прикреплены.
- Мышца определяет движение кости, к которой она прикреплена, и, соответственно, сустава только в одном направлении. Это объясняется тем, что мышца, сокращаясь, может только тянуть кость за собой, но не может её толкать.
- Например, бицепс (двуглавая мышца плеча), сокращаясь, поднимает предплечье и сгибает локтевой сустав, а трицепс (трёхглавая мышца плеча), сокращаясь, опускает предплечье.

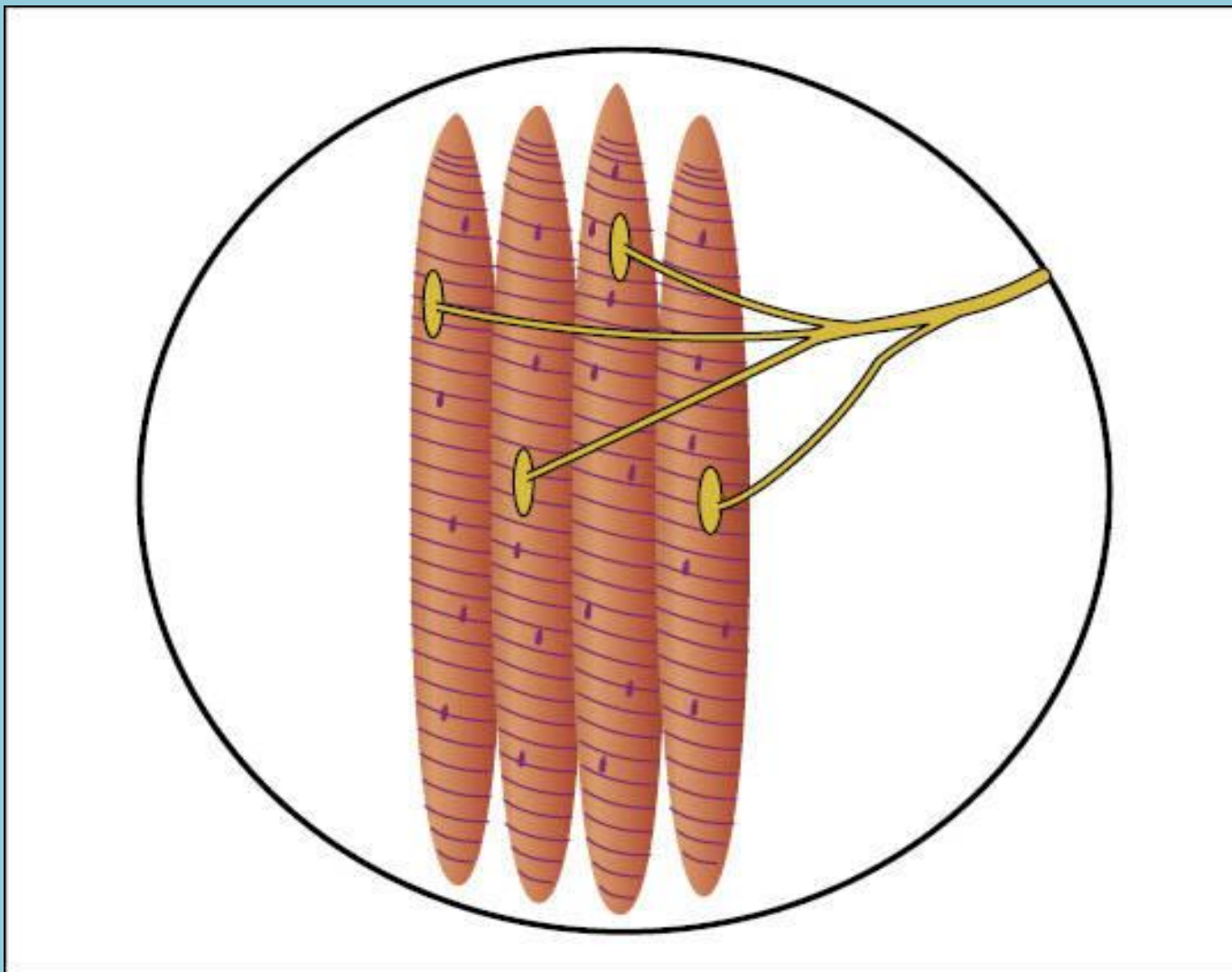


**Мышцы — сгибатели и разгибатели локтевого сустава**

- Обычно в любом движении сустава участвует несколько групп мышц.
- Мышцы-синергисты действуют совместно и обеспечивают движение кости в одну определённую сторону, а мышцы-антагонисты участвуют в движении этого же сустава в противоположном направлении.
- Например, бицепс и трицепс — мышцы-антагонисты.

- **Регуляция работы мышц.** Мышца работает рефлекторно, то есть сокращается под влиянием нервных импульсов, поступающих из центральной нервной системы.
- Вегетативная нервная система влияет на гладкомышечные волокна и миокард сердца, тем самым регулируя работу внутренних органов.
- Соматическая нервная система контролирует скелетные мышцы и обеспечивает их согласованную работу.
- Так, если нам необходимо согнуть локтевой сустав, то бицепс (сгибатель) произвольно сокращается, а трицепс (разгибатель) соответственно расслабляется.
- Если нужно зафиксировать локтевой сустав в определённом положении, то бицепс и трицепс по команде центральной нервной системы сократятся одновременно, развивая одинаковое усилие.

- *Как вы уже знаете, аксон двигательного нейрона оканчивается на мышечной клетке, а пришедший по аксону нервный импульс вызывает её сокращение.*
- Чаще всего один двигательный нейрон управляет работой не одной, а многих мышечных клеток, заставляя их сокращаться одновременно. Это происходит потому, что аксон ветвится на конце и образует контакты (синапсы) с несколькими мышечными волокнами.
- Например, в мышцах глазного яблока один нейрон вызывает сокращение 12–20 мышечных клеток, в двуглавой мышце плеча — 700–1000, в икроножной мышце — более 1500.



**Окончание аксона двигательного  
нейрона на мышечных клетках**



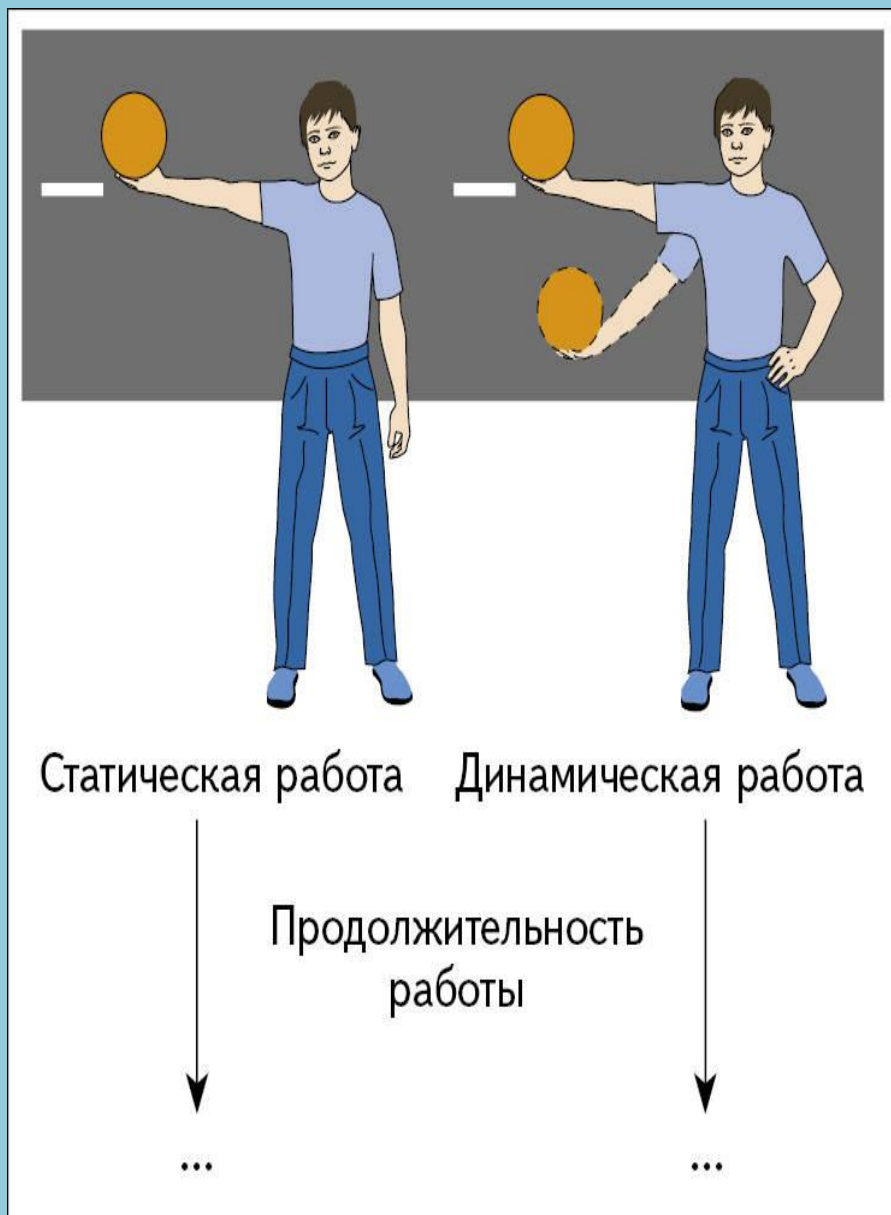
- Непроизвольные двигательные реакции, такие как коленный рефлекс, отдёргивание руки от горячего предмета, являются примерами простых врождённых безусловных рефлексов и регулируются двигательными нейронами, расположенными в спинном мозге.
- Работа двигательных нейронов спинного мозга, в свою очередь, находится под контролем нейронов головного мозга.
- Осуществление сложных целенаправленных движений, согласованное движение мышц-синергистов и мышц-антагонистов требует более тонкой регуляции. Её обеспечивают различные структуры головного мозга, в первую очередь — кора больших полушарий.
- **Даже когда человек просто спокойно стоит, то для поддержания его равновесия должны сократиться около 300 мышц, и множество нейронов согласуют их работу.**

- **Утомление мышц.** Каждый человек знаком с мышечным утомлением — *временным снижением работоспособности мышцы.*  
Почему развивается утомление?
- Почему работоспособность мышцы восстанавливается после отдыха? Этими вопросами занимался великий русский физиолог Иван Михайлович Сеченов и выявил несколько причин развития утомления.

## Первая причина кроется в протекающих в мышечной клетке биохимических процессах.

- Сокращение мышцы требует энергии, которая образуется в клетках в результате распада (биологического окисления) органических веществ, в первую очередь — глюкозы. В присутствии кислорода распад глюкозы и выделение энергии проходят наиболее эффективно. При длительных или повышенных физических нагрузках энергетические затраты в мышечных клетках возрастают и, следовательно, усиливается потребление кислорода. **Недостаток кислорода приводит к тому, что энергия в клетках запасается в ходе других биологических реакций, без участия кислорода.** Но в этом случае энергии в клетках образуется намного меньше и, кроме того, накапливается **молочная кислота**, которая вызывает мышечные боли.

- Другой причиной развития утомления является особое состояние двигательных нервных центров, получившее название торможение. Именно процессы торможения в двигательных центрах нервной системы играют ведущую роль в снижении работоспособности мышц, а не усталость самих мышц.
- Высокая производительность работы мышц и замедление развития утомления, как показали работы И.М. Сеченова, зависят от величины нагрузки на мышцу, от частоты и ритма её сокращений.



При тренировке мышц увеличивается их работоспособность, утолщаются мышечные волокна, повышается эффективность усвоения кислорода, а восстановление работоспособности происходит быстрее, чем у нетренированных людей.

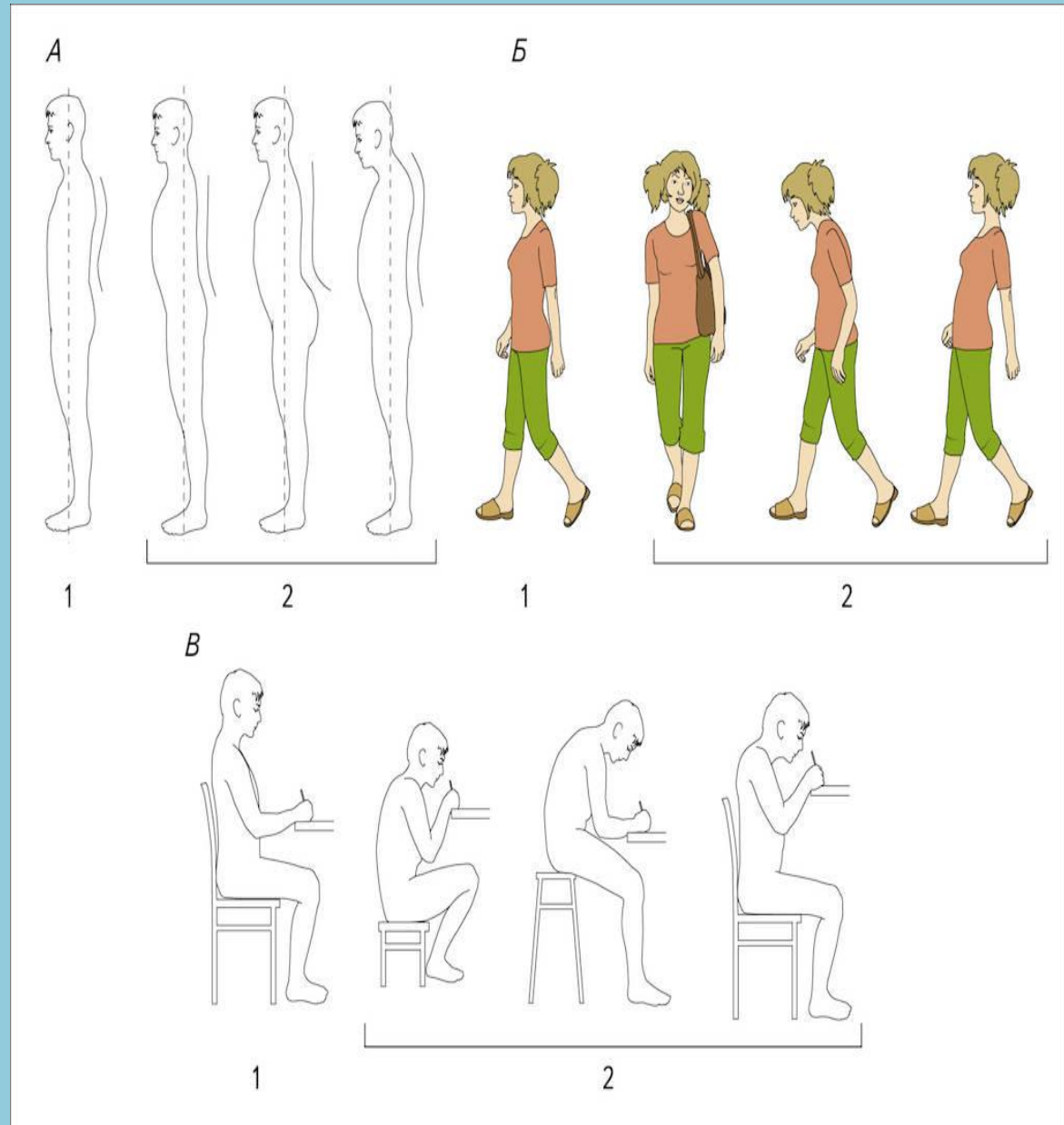
- **Значение физических упражнений.** Для современного человека, ведущего активный образ жизни, стремящегося добиться успехов в профессиональной деятельности и финансового благополучия, поддержание здоровья становится первостепенной задачей. Регулярные занятия спортом, разумная физическая нагрузка повышают тренированность мышечной системы. А это способствует улучшению состояния всей опорно-двигательной системы.

- Физический труд, особенно на свежем воздухе, разнообразные физические упражнения, бег, езда на велосипеде, занятия теннисом, игра в футбол, бадминтон и многое другое обеспечивают лучшую координацию движений, увеличение мышечной силы и работоспособности мышц, более быстрое восстановление при утомлении.
- **Тренировки благотворно сказываются и на деятельности нервной и дыхательной систем, а также сердечно-сосудистой системы, в том числе на состоянии сердечной мышцы.**
- Снижение двигательной активности — **гиподинамия** — ведёт к нарушениям функций организма (кровообращения, дыхания, пищеварения, опорно-двигательного аппарата), накоплению жира, падению работоспособности, снижению устойчивости к инфекциям и ускоряет процесс старения организма.

- **Однако необходимо понимать, что физическая нагрузка должна соответствовать физическим возможностям человека, особенно ребёнка.**
- Чрезмерная физическая нагрузка во время некоторых спортивных состязаний, футбольных и хоккейных матчей, турпоходов может нанести нетренированному человеку существенный вред и даже привести к серьёзным травмам: могут произойти нарушения мышечной системы, такие как растяжения или даже надрывы мышц, разрывы сухожилий, которые крепят мышцы к суставу.

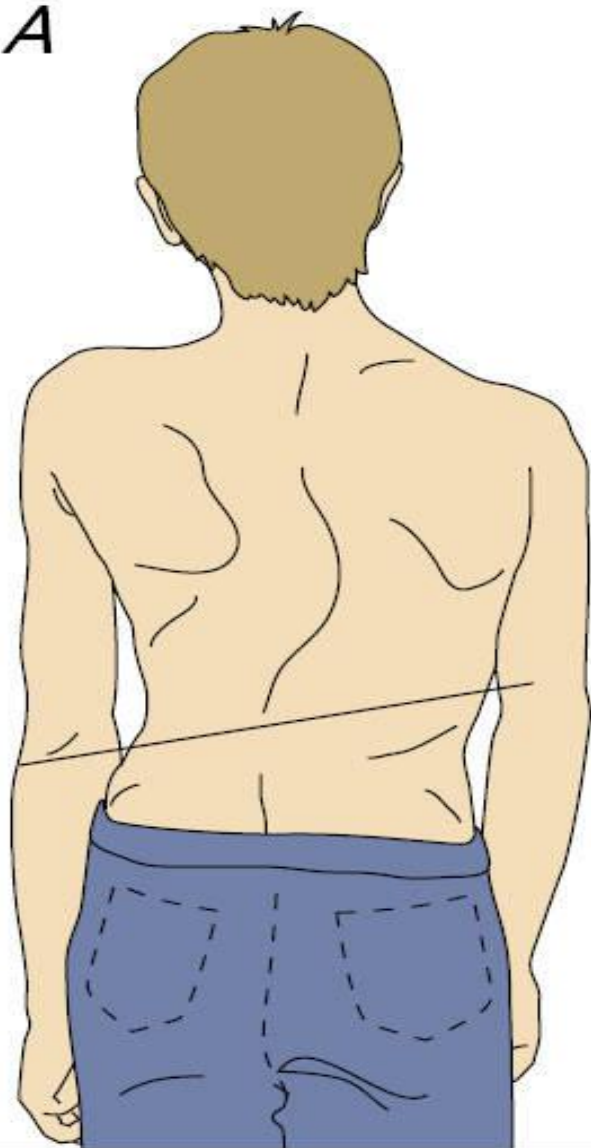


Правильная осанка, то есть правильное положение тела при стоянии, ходьбе и сидении, — необходимое условие для нормального развития внутренних органов. При правильной осанке спина у человека прямая, голова немного откинута назад, живот втянут, а плечи расправлены. Формируется осанка с детства и до тех пор, пока не происходит окончательное окостенение скелета.

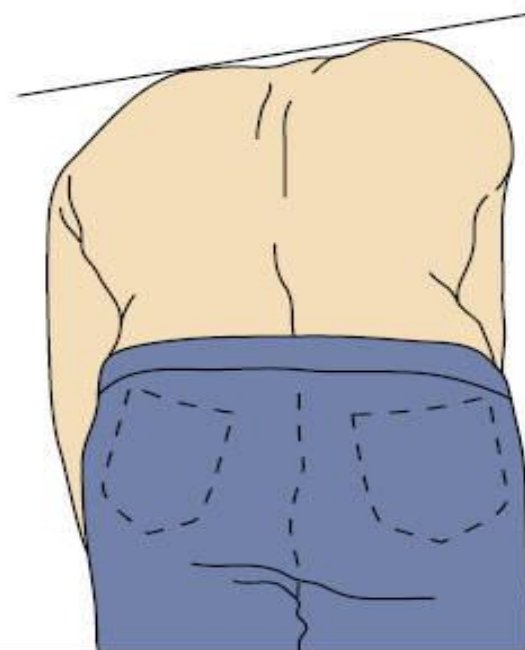


- При нарушениях осанки происходят искривления позвоночника, которые рано или поздно послужат причиной повреждений межпозвоночных дисков.
- В результате могут защемляться нервные корешки спинного мозга, расположенные внутри позвоночного канала.
- Человек начинает испытывать боли в спине, шее, голове — развивается болезнь остеохондроз.
- Различают три степени нарушения осанки.
- Сильное искривление позвоночника называют **сколиозом**.

A



Б



## • Внимание!

- Для профилактики развития искривления позвоночника прежде всего надо правильно сидеть за столом, следя за своей осанкой.
- Желательно не носить тяжёлый портфель или сумку в одной руке, а перекладывать его из руки в руку, ещё лучше — пользоваться школьным рюкзаком.
- Необходимо каждый день хотя бы 10–15 мин делать физические упражнения.
- Известно, что слабые мышцы плохо удерживают кости скелета, в частности позвонки, в правильном положении, и человек становится сутулым.

- Частым дефектом развития костной системы является **плоскостопие**, заключающееся в понижении свода стопы.
- В этом случае при ходьбе и даже просто при длительном стоянии ноги быстро устают из-за перенапряжения мускулатуры.
- Возникают сильные боли в ступнях, лодыжках и голенях, и, как следствие, изменяется походка.
- Плоскостопие усиливается при ношении тесной обуви, туфель на каблуках, при ежедневной длительной работе стоя.
- Для того чтобы уменьшить риск развития плоскостопия, желательно как можно чаще ходить босиком, носить удобную широкую обувь на невысоком каблуке.

