

ТЕМА: ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ЧЕЛОВЕКА (ОДА)

Часть 1. СКЕЛЕТ – ПАССИВНАЯ ЧАСТЬ ОДА

План:

1. Основные функции скелета человека.
2. Костная ткань как один из видов соединительной ткани (особенности межклеточного вещества, основные виды костных клеток, типы костного вещества).
3. Классификация костей скелета (по Привесу М.Г.).
4. Особенности строения кости человека (на примере трубчатой кости).
5. Состав костей.
6. Рост костей в длину и толщину.
7. Отделы скелета человека и входящие в них кости.
8. Особенности скелета человека (по сравнению со скелетом др. позвоночных животных).
9. Половой диморфизм (различия) в скелете.

Скелет человека — совокупность костей человеческого организма, пассивная часть опорно-двигательного аппарата. Древнегреческое название скелета, *σκελετος* — «высушенный», происходит от старинного способа изготовления скелета — высушивания на солнце или в горячем песке.

Скелет представлен костной тканью, которая развивается из мезенхимы – зародышевой соединительной ткани. Скелет взрослого человека состоит *примерно* из 206 костей. Почти все они объединяются в единое целое с помощью суставов, связок и других видов соединений. При рождении человеческий скелет состоит из 270 костей, число костей в зрелом возрасте снижается до 206, так как некоторые кости срастаются вместе, преимущественно срастаются кости черепа, таза и позвоночник.

Функции скелета можно разделить на 2 группы:

I. Механические:

1. опорная — формирование жёсткого костно-хрящевого остова тела, к которому прикрепляются мышцы, фасции и многие внутренние органы;
2. двигательная=локомоторная, благодаря наличию подвижных соединений между костями, кости работают как рычаги, приводимые в движение мышцами;
3. защитная — формирование костных вместилищ для защиты внутренних органов (черепа для головного мозга и органов чувств; позвоночный канал для спинного мозга и т.д.);
4. рессорная=амортизирующая — уменьшение и смягчение сотрясения при движении (своды стопы, физиологические изгибы позвоночника).

II. Биологические:

1. метаболическая – участие в обмене веществ: кости являются хранилищем большей части кальция и фосфора организма, но на самом деле в

составе костей присутствует почти вся таблица Менделеева! Вещества могут как откладываться, так и вымываться из костей, активно влияя на состояние организма и состав его внутренней среды;

2. кроветворная, или гемопоэтическая — образование новых клеток крови в расположенном внутри костей красном костном мозге – особом виде соединительной ткани организма;

3. иммунная – также, как и кроветворная функция, осуществляется скелетом опосредованно благодаря образованию в красном костном мозге лейкоцитов – защитных клеток крови.

Костная ткань

Ткань — это система клеток и межклеточного вещества, объединенных общим происхождением, строением и выполняемыми функциями.

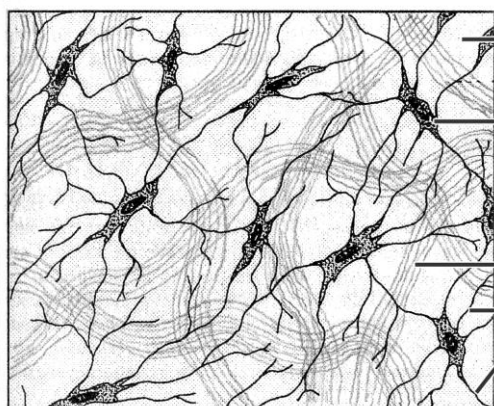
В организме человека различают 4 типа тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную.

Костная ткань относится к соединительным тканям с опорными функциями. Одной из особенностей соединительной ткани можно назвать преобладание по объёму межклеточного вещества над клетками. В костной ткани межклеточное вещество представлено *аморфным* компонентом (особенность – отложение в нём минеральных солей) и белковыми *волокнами* (коллагеновые и эластические). Костные клетки лежат рыхло, на расстоянии друг от друга, имеют неправильную форму тела и отростки. Поскольку обмен веществ (как условие жизнедеятельности клеток) возможен лишь в растворах, вокруг тел костных клеток имеются узкие полости – костные лакуны, а вокруг отростков – щелевидные костные каналы. Костные каналы соседних клеток сообщаются, в результате формируется единая сеть. Костные лакуны и каналы заполнены жидким межклеточным веществом, поэтому костные клетки обмениваются веществами и информацией.

Различают 3 основных **вида костных клеток**:

- **остеобласты** (от лат. os – кость): молодые, делящиеся клетки;
- **остеоциты**: большинство взрослых клеток, утрачивают способность к делению;
- **остеокласты**: клетки-уборщики=пожиратели=фагоциты, которые уничтожают устаревшие элементы ткани.

Схема 1. Строение грубоволокнистой костной ткани



А – аморфный компонент межклеточного вещества с минеральными солями;

Б – тело остеоцита в костной лакуне;

В – коллагеновые волокна

Г – отростки остеоцитов в костных каналах

Виды костной ткани и костного вещества

Костные клетки и волокна межклеточного вещества в пространстве могут располагаться:

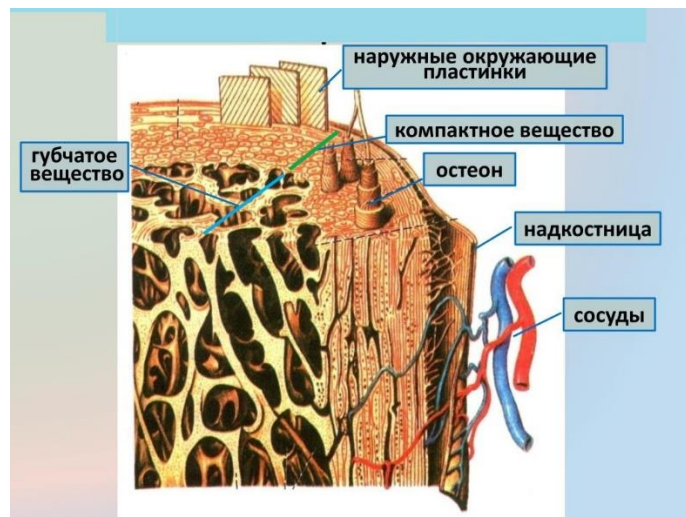
1) беспорядочно, в результате образуется ***грубоволокнистая*** костная ткань (у человека встречается только в местах переломов);

2) упорядоченно в виде тонких пластинок, в результате формируется ***пластинчатая*** костная ткань (из которой и сформирован скелет). Костные пластинки в пространстве также могут располагаться по-разному, поэтому выделяют:

а – **губчатое костное вещество** (костные пластинки лежат рыхло, параллельно или пересекаясь друг с другом в виде решётки, между ними образуются полости);

б – **плотное=компактное костное вещество** (костные пластинки заворачиваются вокруг кровеносных сосудов и образуют в результате систему плотно прилегающих концентрических цилиндров, названную ***остеоном***).

Схема 2. Расположение в кости плотного и губчатого костного вещества



Классификация костей

В разных костях скелета соотношение и взаиморасположение губчатого и плотного костного вещества различно, на основании этого отечественный анатом **М.Г. Привес** выделил **5 групп костей**:

I – Трубчатые (длинные, например, плечевая кость, и короткие, например, фаланги пальцев)

II – Губчатые (например, кости запястья, кости предплюсны)

III – Плоские (например, лопатка, рёбра)

IV – Смешанные (например, позвонки, тазовые кости)

V – Воздухоносные, внутри имеют полость с воздухом (только некоторые кости черепа, например, верхняя челюсть, лобная кость).

Рассмотрим строение кости на примере трубчатой кости.

Схема 3. Строение трубчатой кости человека



- 1 - диафиз;
- 2 - эпифизы;
- 3 - костномозговая полость (с жёлтым костным мозгом)
- 4 - надкостница;
- 5 - надхрящница;
- 6 - суставной хрящ;
- 7 - губчатое костное вещество;
- 8 - компактное костное вещество;
- 9 - хрящ зоны роста (метафиз или шейка)

Трубчатые кости состоят из удлиненной средней части (тела) и двух утолщенных концов (эпифизов). Внутри тела кости имеют полость.

Состав костей

Костное вещество состоит из органических веществ (оссеин) на 1/3 и неорганических – на 2/3 (главным образом солей кальция, 95%). У взрослого человека количество минеральных составных частей (главным образом, гидроксиапатита) составляет около 60-70 % веса кости, а органическое вещество (главным образом белок коллаген) — 30-40 %. *Твёрдость* костям придаёт наличие в их составе неорганических веществ: минеральных солей фосфора, кальция, магния. *Гибкость и упругость* придают органические вещества. Прочность кости обеспечивается сочетанием твёрдости и упругости. Большой гибкостью обладают кости растущего организма, большей прочностью — кости взрослого (но не старого) человека. Состав кости и свойства веществ, входящих в её состав, можно экспериментально доказать двумя опытами:

1) сжиганием – при длительном прокаливании кости органические соединения сгорают. Кость становится хрупкой, рассыпается при прикосновении на множество мелких частиц. Остатки состоят из неорганических соединений. Значит, в отсутствие органических веществ кость теряет гибкость и упругость.

2) Погружением в раствор соляной кислоты на несколько дней. Неорганические соли растворяются в соляной кислоте и вымываются из кости. Кость становится гибкой, её можно завязать в узел. Значит, при отсутствии неорганических солей кость теряет твёрдость.



Рост костей

Рост костей может осуществляться в длину и толщину. В длину кости растут примерно до 25 лет у мужчин и до 20 лет у женщин за счёт деления клеток хряща в зоне роста (зона метафиза или шейки кости). В толщину кость растёт благодаря делению клеток надкостницы в течение всей жизни, а утолщения стенок не происходит благодаря работе остеокластов, живущих на границе плотного костного вещества и костной полости.

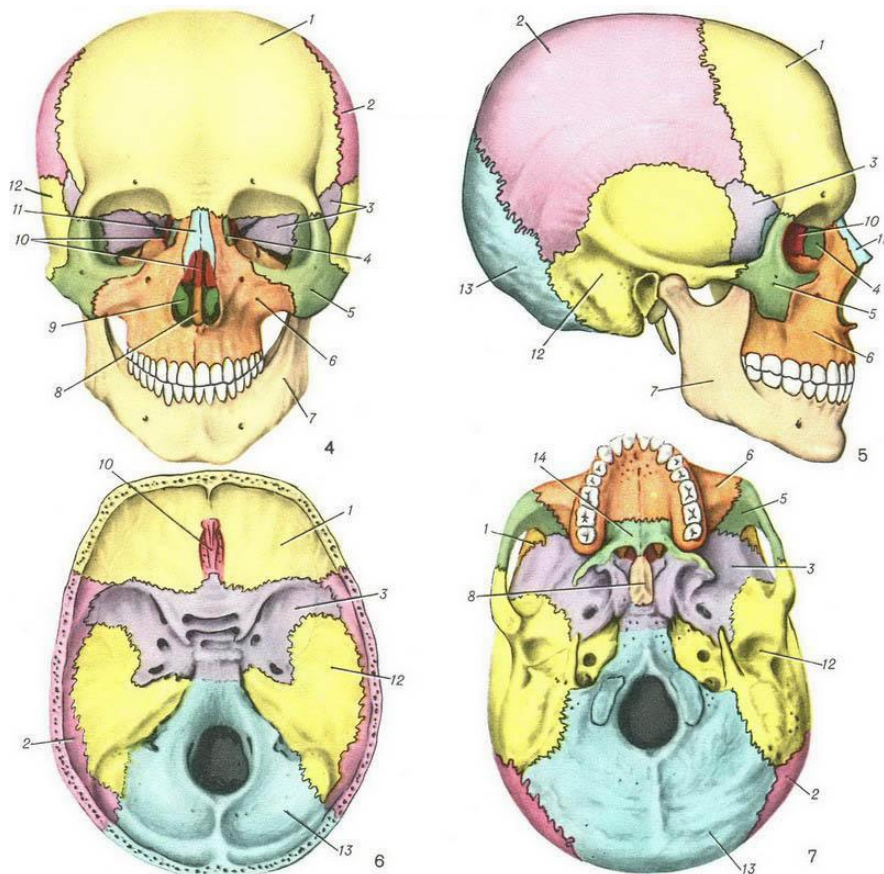
Отделы скелета человека и входящие в них кости

Скелет человека устроен по общему принципу для всех позвоночных животных. В скелете выделяют две части: *осевой скелет* и *добавочный скелет*. К осевому скелету относятся кости, лежащие посередине и образующие остов тела: это череп, позвоночный столб и грудная клетка. Добавочный скелет составляет скелет верхней и нижней конечностей.

Осевой скелет

Череп — костная основа головы, являетсяместилищем головного мозга, а также органов зрения, слуха и обоняния. Череп имеет два отдела: *мозговой* и *лицевой*. В мозговом отделе различают 2 подотдела: основание и свод=крыша. В мозговом отделе 8 костей: 4 непарные (лобная, затылочная, клиновидная, решётчатая), и 2 парные (височные, теменные); в лицевом 15 костей: 6 парных (носовые, скуловые, слёзные, верхнечелюстные, нёбные, нижние носовые раковины) и 3 непарных (нижняя челюсть, сошник, подъязычная – на схеме ниже не видна).

Схема 4. Череп (вид спереди, сбоку, основание черепа изнутри и снаружи)



Обозначения костей:

1 – лобная, 2 – теменная, 3 – клиновидная, 4 – слезная, 5 – скуловая, 6 – верхнечелюстная, 7 – нижнечелюстная, 8 – сошник, 9 – нижняя носовая раковина, 10 – решётчатая, 11 – носовая, 12 – височная, 13 – затылочная, 14 – небная.

В черепе различают крупные *естественные отверстия*. Парные: глазницы, хоаны (соединяют носовую полость и глотку), наружные слуховые. Непарные: грушевидное (ведёт в носовую полость), ротовое, большое затылочное.

Во многих костях черепа (лобная, верхнечелюстная, височная, клиновидная, решётчатая) имеются *воздухоносные пазухи*, которые сформировались после выхода позвоночных из воды на сушу и существенно облегчили скелет (в частности череп) при сохранении прочности конструкции.

Воздухоносная пазуха – это полость, заполненная воздухом, выстланная слизистой оболочкой и соединённая узким щелевидным каналом с полостью носа. Примеры: гайморова пазуха верхней челюсти, фронтальная пазуха лобной кости др.

Позвоночный столб, или позвоночник — является главной осью тела, опорой всего скелета; внутри позвоночного канала расположен спинной мозг.

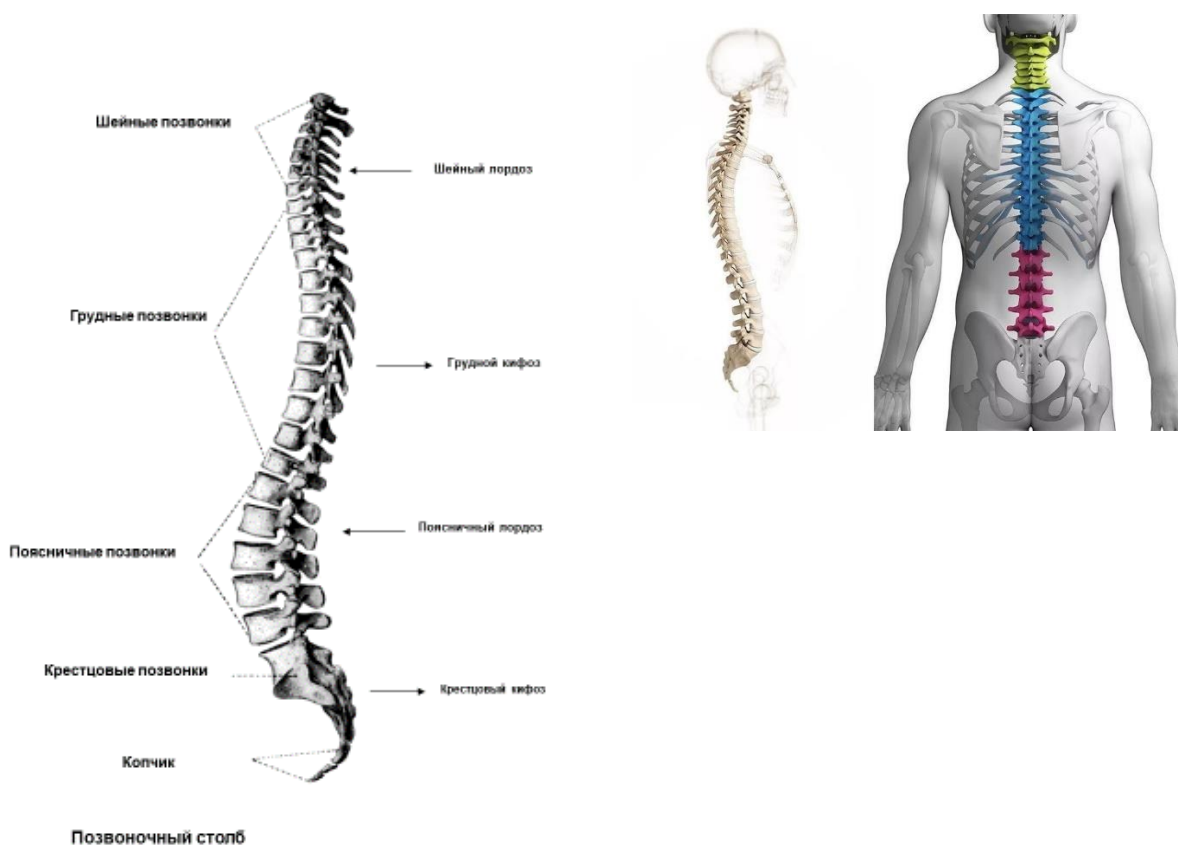
В позвоночном столбе выделяют **5 отделов**: шейный – 7 позвонков, грудной – 12, поясничный – 5, крестцовый – 5 (сросшихся в единую кость – крестец под действием нагрузки при прямохождении), копчиковый – от 1 до 5 позвонков, чаще всего их 4 (также часто срастаются в одну кость как рудимент).

Позвоночник сравнивают с пружиной. Он имеет S-образную форму и 4 изгиба в спинно-брюшном или дорзо-вентральном направлении, названных физиологическими или нормальными: выпуклые изгибы (при взгляде спереди!) – *лордозы* (шейный и поясничный), вогнутые изгибы – *кифозы* (грудной и крестцово-копчиковый).

Схема 5. Позвоночный столб



Схема 6. Отделы позвоночного столба

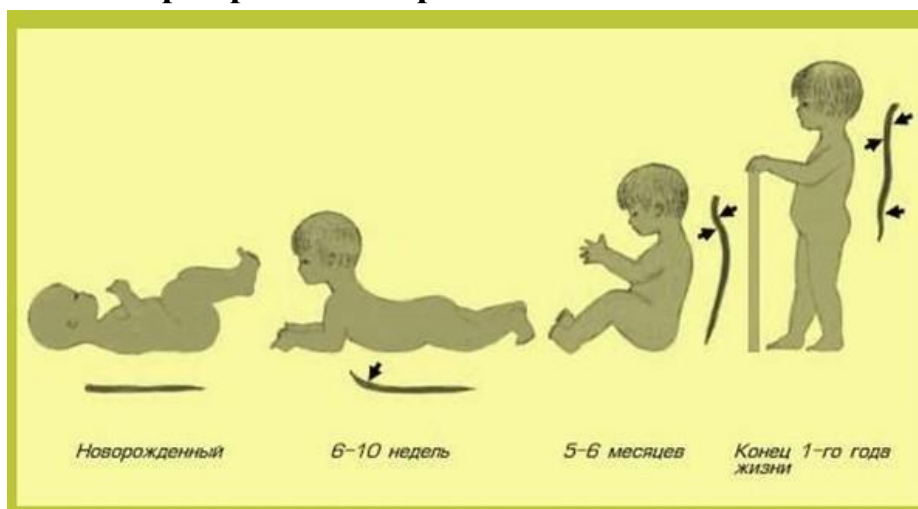


Роль (значение) лордозов и кифозов: 1) амортизируют толчки и сотрясения скелета при прямохождении; 2) оптимально распределяют нагрузку на все отделы при вертикальном положении тела.

Доказательства связи изгибов с прямохождением:

- отсутствие подобных изгибов у других позвоночных, включая приматов;
- отсутствие изгибов у новорождённого ребёнка и постепенное их появление при приобретении малышом вертикального положения (начинает в 2 месяца держать головку, к 6 – садится, в 8 ползает, в 10-12 встаёт на ножки).

Схема 7. Формирование нормальных изгибов позвоночника



Сколиоз – патологический изгиб позвоночника в латеральном направлении.

Схема 8. Сколиоз



Грудная клетка — имеет форму усечённого сжатого конуса, является костнохрящевой основой груди иместилищем для внутренних органов. Состоит из 12 грудных позвонков, 12 пар рёбер и грудины.

Грудной отдел позвоночника самый малоподвижный, что укрепляет грудную клетку.

Грудина – самостоятельная плоская кость, состоит из 3-х частей: рукоятки, тела и мечевидного отростка, между которыми расположены хрящевые прокладки.

Рёбра – это плоские кости, их передняя часть состоит из хрящевой ткани, а большая задняя – из костной. Сзади рёбра связаны с помощью суставов с грудными позвонками, а вот спереди ведут себя по-разному, поэтому делятся на 3 группы:

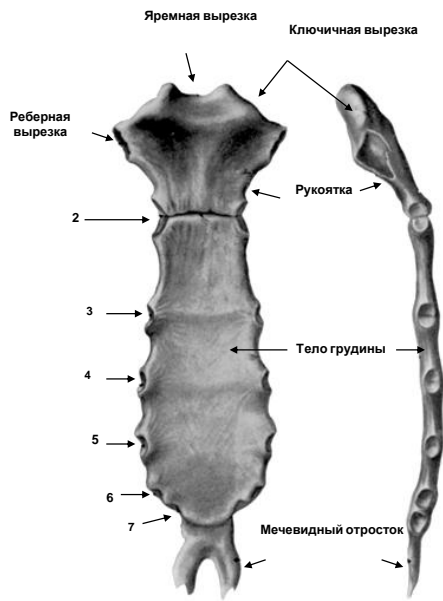
1) *истинные* рёбра с I по VII – связаны с грудиной с помощью особых хрящевых суставов;

2) *ложные рёбра* с VIII по X – срастаются своими хрящами в хрящевую рёберную дугу, а она прирастает к хрящу VII ребра;

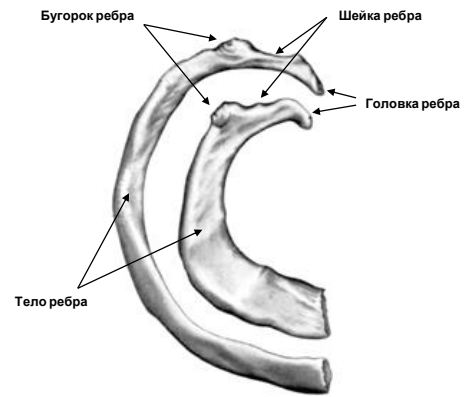
3) *плавающие=свободные*, XI и XII, их передние концы лежат в мышцах передней брюшной стенки, не прикрепляются ни к чему.

Верхнее и нижнее отверстия грудной клетки получили название *апертуры* грудной клетки.

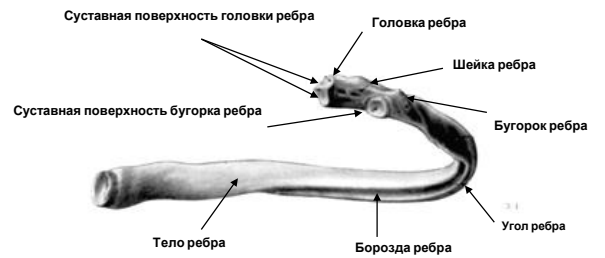
Схема 8. Грудина и ребро.



Грудина. Вид спереди и сбоку

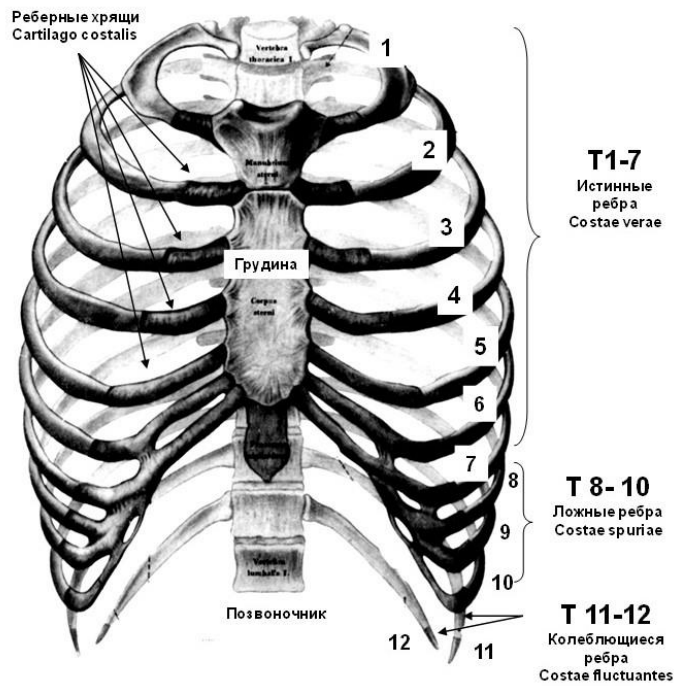


1 + 2 ребра. Вид сверху



Ребро. Вид сзади

Схема 9. Грудная клетка



Грудная клетка Compages thoracis

Добавочный скелет

Включает скелет **верхней и скелет нижней конечностей**. В скелете конечности принято различать **пояс и свободную конечность**.

Пояс верхних конечностей — обеспечивает присоединение верхних конечностей к осевому скелету. Состоит из парных **лопаток** и **ключиц**.

Верхние конечности — максимально приспособлены для выполнения трудовой деятельности. В свободной конечности выделяют 3 отдела:

- **плечо**, состоит из плечевой кости;
- **предплечье**, состоит из локтевой (лежит медиально) и лучевой (расположена латерально) костей;
- **кисть**, в которой выделяют запястье, пясть и фаланги пальцев.

Пояс нижних конечностей — обеспечивает присоединение нижних конечностей к осевому скелету, а также является вместилищем и опорой для органов пищеварительной, мочевыделительной и половой систем. В пояс входят две **тазовые кости**, каждая из которых является результатом сращения в период внутриутробного развития 3-х костей: подвздошной, лобковой=лонной и седалищной.

В свободной нижней конечности выделяют 3 отдела:

- **бедро**, состоит из бедренной кости;
- **голень**, представлена большой (лежит медиально) и малой (расположена латерально) берцовыми костями;
- **стопу**, состоящую в свою очередь из предплюсны, плюсны и фаланг пальцев.

Нижние конечности — приспособлены для опоры и перемещения тела в пространстве во всех направлениях, кроме вертикально вверх (не считая прыжка).

Схема 11. Скелет верхней конечности

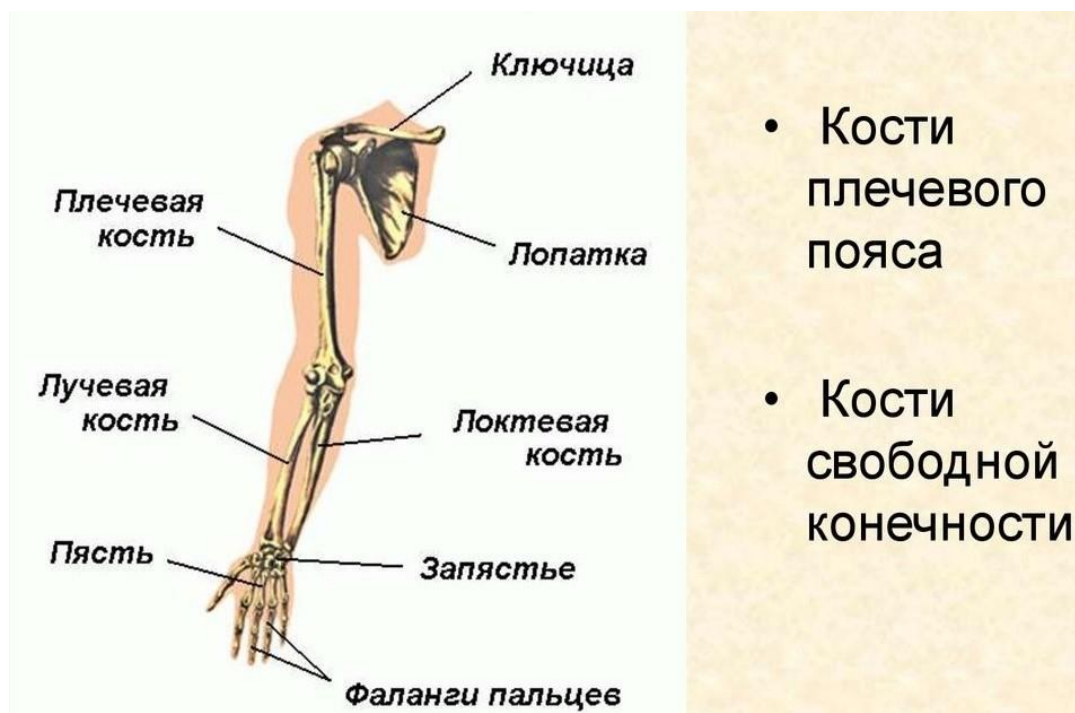
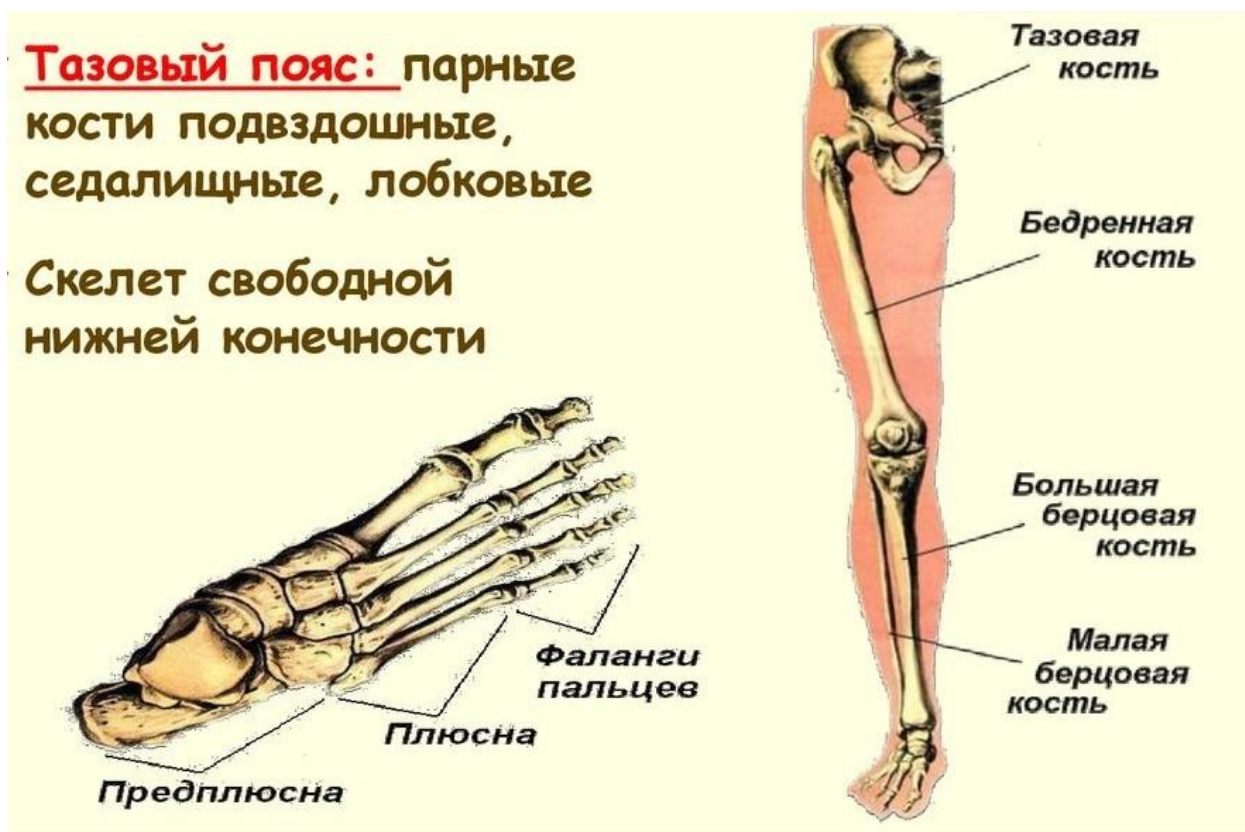


Схема 12. Скелет нижней конечности



Человеческие черты в скелете (особенности скелета человека по сравнению со скелетом животных)

I. Связанные с прямохождением:

- наличие лордозов и кифозов позвоночника;
- увеличение размеров позвонков сверху вниз;
- уплощённая в спинно-брюшном направлении грудная клетка;
- таз в форме чаши;
- наличие сводов в стопе;
- кости нижних конечностей более мощные по сравнению с костями верхних конечностей

II. Связанные с освобождением руки:

- длинная ключица выносит плечевой сустав на боковую поверхность, что увеличивает его подвижность;
- фаланги пальцев рук удлинились по сравнению с фалангами нижних конечностей;
- особая (седловидная) форма I-го запястно-пястного сустава (сустав большого пальца) дала возможность противопоставить I-ый палец всем остальным.

III. Связанные с развитием головного мозга:

- размер головного отдела черепа больше лицевого;
- челюсти уменьшились и развиты слабее;
- на нижней челюсти появился подбородочный выступ;
- увеличились лобные бугры и сгладились надбровные дуги.

Половой диморфизм в скелете (половые различия)

В женском скелете по сравнению с мужским:

- 1) грудная клетка короче, уже в нижней части и более округла (форма бочонка);
- 2) крестец короче и шире;
- 3) крылья подвздошных костей развёрнуты в стороны;
- 4) лонный угол более тупой;
- 5) таз в целом более широкий и более плоский, а поперечный срез больше продольного;
- 6) размеры скелета меньше;
- 7) кости более тонкие;
- 8) череп меньше.