

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ КОСТЕЙ

Раздел анатомии, изучающий строение костей, называется **остеологией** (от лат. os – кость, logos - учение). В состав скелета (от греч. skeleton — высохший, высушенный) входит 206 костей (85 парных и 36 непарных). В скелете человека различают скелет туловища, скелет головы, скелет верхних и нижних конечностей. Функции скелета многообразны, их подразделяют на механические и биологические.

### Механические функции скелета

Опорная функция состоит в том, что скелет вместе с соединениями костей составляет костно-хрящевую опору всего тела, к которой прикрепляются мягкие ткани и органы.

Рессорная функция обусловлена наличием в скелете образований, смягчающих толчки и сотрясения (хрящевые прокладки, суставные хрящи между соединяющимися костями и т. п.).

Защитная функция выражается в образовании из отдельных костей вместилищ для жизненно важных органов (например, позвоночный канал, в котором располагается спинной мозг; череп, в полости которого находится головной мозг; грудная клетка, защищающая органы грудной полости; таз, с важными для продолжения вида органами размножения). Также кости являются вместилищем костного мозга.

Локомоторная функция возможна благодаря строению костей в виде длинных и коротких рычагов, соединенных подвижными сочленениями и приводимых в движение мышцами, управляемыми нервной системой.

## **Биологические функции скелета**

Участие костей в минеральном обмене. Кости являются депо для минеральных солей фосфора, кальция, железа, меди и других соединений, а также они регулируют постоянство минерального состава жидкостей внутренней среды организма.

Кроветворная и иммунная функции связаны с красным костным мозгом — центральным кроветворным органом, содержащим самоподдерживающуюся популяцию стволовых кроветворных клеток, из которых образуются клетки крови, в том числе и клетки иммунной системы — лимфоциты.

## **Классификация костей**

В основу классификации костей положены три принципа: форма (строение), развитие и функция. Различают трубчатые (длинные и короткие), губчатые, плоские, смешанные и воздухоносные кости.

Трубчатые кости – это кости, которые расположены в тех отделах скелета, где совершаются движения с большой амплитудой (конечности). У трубчатой кости различают ее удлинненную среднюю часть – тело кости, или диафиз, содержащую костномозговую полость, и утолщенные концы – эпифизы. Различают проксимальный эпифиз, расположенный ближе к туловищу, и дистальный эпифиз – удаленный от туловища. На них располагаются суставные поверхности, служащие для соединения с другими костями и покрытые суставным хрящем. Участок кости, расположенный между диафизом и эпифизом, называется метафизом. Среди трубчатых костей выделяют длинные трубчатые кости (например, плечевая, бедренная и т.п.) и короткие трубчатые кости (кости пясти, плюсны и фаланги пальцев). Диафизы построены из компактного пластинчатого костного вещества, эпифизы – из губчатого, покрытого тонким слоем компактного. В длину

трубчатая кость растет за счет метаэпифизарного хряща, расположенного в области метафиза. В ширину – за счет надкостницы.

Губчатые кости состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного. Как правило, они имеют неправильную форму в виде куба или многогранника (например, кости предплюсны и запястья). К губчатым костям относятся также сесамовидные кости, развивающиеся в толще сухожилий (например, надколенник).

Плоские кости построены из двух пластинок компактного костного вещества, между которыми расположено губчатое вещество. Такие кости участвуют в образовании полостей, поясов конечностей, а также выполняют функцию защиты (кости крыши черепа, грудина и т.п.).

Смешанные кости имеют сложную форму. Они состоят из нескольких частей различного строения и происхождения (например, позвонки, кости основания черепа).

Воздухоносные кости имеют в своем теле полость, выстланную слизистой оболочкой и заполненную воздухом (например, лобная, клиновидная, решетчатая кости и верхняя челюсть).

### **Строение кости как органа**

Кость занимает определенное положение в организме, имеет специфическую структуру и выполняет только ей присущие функции. Как любой другой орган живого организма она состоит из разных видов тканей, однако, главное место занимает пластинчатая костная ткань, которая образует компактное вещество и губчатое вещество кости.

Структурно-функциональной единицей костной ткани является остеон. Остеоны имеют вид цилиндров диаметром 100 - 500 мкм и длиной до нескольких сантиметров, которые лежат вдоль длинной оси кости. Каждый остеон состоит из 3 - 25 костных пластинок, расположенных концентрически

вокруг канала остеона (гаверсова канала). Между пластинами остеона залегают специфические костные клетки – остециты. Отростки остецитов скрепляют между собой отдельные костные пластинки. В гаверсовом канале проходят один или два мелких кровеносных сосуда (артериола, венола или капилляр).

Из остеонов состоят перекладины костного вещества, или балки. Если они лежат плотно, то образуют компактное вещество, а если между перекладинами есть пространство – то губчатое. Компактное вещество находится там, где требуется прочность (диафиз кости). В местах, где при большом объёме нужна лёгкость и прочность, формируется губчатое вещество (эпифизы костей). Перекладины губчатого вещества расположены не хаотично, а по линиям сжатия (масса тела) и растяжения (тяга мышц), что было установлено П.Ф.Лесгафтом.

### **Кроме этого в состав кости входят следующие ткани:**

1. Плотная соединительная ткань. Вся кость, за исключением суставных поверхностей, покрыта соединительнотканной оболочкой — надкостницей, или периостом. Надкостница прочно сращена с костью при помощи прободающих волокон, проникающих вглубь кости. Наружный слой надкостницы — волокнистый, состоит из пучков коллагеновых волокон, которые обуславливают его прочность. В этом слое проходят нервы и кровеносные сосуды. Внутренний слой - остеогенный (костеобразующий) прилежит непосредственно к костной ткани. В нем расположены остеогенные клетки (остеобласты), за счет которых происходит развитие, рост в толщину и регенерация костей после повреждения. Таким образом, надкостница выполняет защитную, трофическую и костеобразующую функции. Изнутри кость покрыта эндостом - тонкой, волокнистой соединительнотканной

оболочкой, содержащей остеогенные клетки и остеокласты. Эндост выстилает кость со стороны ее полости и находящегося в ней костного мозга.

2. Суставные поверхности кости покрыты суставным хрящом, как правило, гиалиновым. Кроме него в детском возрасте в трубчатых костях хрящевая ткань имеется между диафизом и эпифизом и называется метаэпифизарным хрящом или зоной роста. К 25 годам она полностью заменяется костной тканью.

3. Кровеносные сосуды входят в кость со стороны периоста через питательные отверстия, идут по питательным каналам и поступают в остеоны. По каналам остеонов они достигают капиллярной сети костного мозга, где формируются начальные венозные сосуды кости.

4. Нервы входят в кость через периост и идут вместе с сосудами.

5. Красный костный мозг у взрослого человека располагается в ячейках между перекладинами губчатого вещества эпифизов трубчатых костей и губчатого вещества плоских и губчатых костей. В нем различают миелоидную и лимфоидную ткани, расположенные в ретикулярной строме. Красный костный мозг выполняет кроветворную и иммунную функции.

6. Жёлтый костный мозг находится в костномозговой полости диафизов трубчатых костей и выполняет питательную функцию, т.к. состоит в основном из жировой ткани.

### **Химический состав костей**

Химический состав костей сложный. Кость состоит из органических и неорганических веществ. Органические вещества, представленные белком – оссеином, составляют 30 – 40% сухой массы кости. Органические вещества придают костям эластичность. Неорганические вещества составляют 60 – 70% сухой массы кости и представлены главным образом солями фосфора и кальция. В небольших количествах (до 0,001%) кость содержит более 30

других различных элементов (Al, Fe, Se, Zn, Cu и др.). Неорганические вещества придают костям прочность и упругость. Соотношение компонентов костной ткани у разных людей неодинаково, и даже у одного и того же человека оно может меняться в зависимости от возраста, условий питания, физических нагрузок и других факторов окружающей среды.

### **Рост и развитие костей**

**Рост кости.** В течении жизни кость претерпевает сложную перестройку, как в процессе формирования скелета, так затем и в зрелом возрасте. На протяжении всей жизни, параллельно, в кости идут два противоположных процесса – костеобразования, за счёт клеток остеобластов и костеразрушение (резорбции), за счёт остеокластов. У взрослого эти два процесса сбалансированы, поэтому замена костной ткани происходит без изменения внешней формы кости. Так, с помощью меченых атомов установлено, что в бедренной кости обновление костной ткани происходит за 50 суток. В детском и юношеском возрасте преобладает процесс костеобразования, что выражается в бурном росте скелета (новорожденный - 50см., взрослый – 175см.).

Рост костей в длину происходит до 21-23 лет за счёт метаэпифизарных хрящей (зона роста), которые располагаются в трубчатой кости между метафизами и эпифизами. Клетки этого хряща созревая, выделяют основное вещество кости. Процесс костеобразования идёт до тех пор, пока наблюдается размножение хрящевых клеток. После полового созревания размножение хрящевых клеток замедляется, метаэпифизарный хрящ истончается и совсем исчезает, заменяясь костной тканью – наступает синостоз.

Рост костей в толщину обеспечивается надкостницей, внутренний слой которой продуцирует костную ткань. В отличии роста костей в длину, рост в

толщину может продолжаться и после полового созревания под действием разных факторов. Внутренний слой надкостницы продуцирует костную ткань для заращения трещин и переломов кости.

Старение костей. В старости в кости наступают значительные изменения. С одной стороны, наблюдается остеопороз – это уменьшение числа костных пластинок и разрежение кости; с другой – избыточное образование кости в виде костных наростов (остеофитов); обызвествление суставного хряща, связок и сухожилий на месте прикрепления их к кости. Эти изменения хорошо видны на рентгенограммах и их не следует объяснять, как патологию.

Факторы, влияющие на рост кости, делятся на внешние факторы и внутренние. К внешним факторам относятся полноценное питание, здоровый образ жизни, солнечная радиация (стимулирует образование витамина Д, регулирующего минеральный обмен в организме). Стрессы нарушают гормональный фон организма, что неблагоприятно сказывается на росте костей. К внутренним факторам относятся полноценное кровоснабжение и иннервация костной ткани, активность скелетных мышц (мышечная тяга стимулирует процессы костеобразования), влияние желёз внутренней секреции. Так, стимулируют костеобразование и минерализацию костей соматотропный гормон гипофиза, гормоны щитовидной железы, коры надпочечников, половые гормоны. Резорбцию костной ткани и деминерализацию костей вызывают гормоны паращитовидных желёз, высокие дозы глюкокортикоидов и половых гормонов.