**Скелетные ткани. Хрящевая ткань.**

**Строение ткани:**

1. **Клетки**:
   1. **Хондроциты** – основной вид клеток хрящевой ткани:
      1. овальная, округлая, полигональная форма
      2. расположены по одиночке или группами
      3. лежат в полостях (изогенные клетки = клетки, лежащие в одной полости, произошедшие от деления 1 клетки)
      4. типы хондроцитов:
         1. *первый тип* (хрящевая пластинка молодого хряща)
            * высокое ядерно-цитоплазматическое соотношение
            * развиты вакуоли, пластинчатый комплекс, митохондрии, рибосомы
            * способны к делению
         2. *второй тип* 
            * снижение ядерно-цитоплазматического соотношения
            * ослабление синтеза ДНК, но высокий синтез РНК
            * развитие ЭПС, пластинчатого комплекса
            * секреция гликозаминогликанов и протеингликанов
            * цитолемма и кариолемма извилисты
            * включения гликогена, липидов, ГЛ ферментов.
         3. *третий тип*
            * низкое ядерно-цитоплазматическое соотношение
            * развитие гЭПС
            * синтез белка, ослабление синтеза гликозаминогликана.
   2. **Хондробласты**
      1. молодые уплощенные клетки
      2. расположены в надхрящнице
      3. богаты РНК (цитоплазма базофильна)
      4. способны к дифференцировке и размножению – оппозиционный рост
      5. превращаются в хондроциты
2. Большое количество **межклеточного вещества** (упругость):
   1. *Органические вещества:* 
      1. белки (фибриллярные – коллаген II типа – вязкость, плотность, тургор); ориентация волокон – по направлению силовых линий, возникающих при деформации хряща;
      2. липиды,
      3. гликозаминогликаны,
      4. протеингликаны (больше всего).
   2. *Капсула хрящевой клетки* – слой межклеточного вещества, прилежащий к клеточной полости и образующий её стенку, имеющий высокое светопреломление, содержащий войлокообразную сеть фибрилл.

**Химический состав ткани**:

1. Вода (70-80%)
2. Органические вещества (10-15%)
3. Минеральные соли (4-7%)

Хрящевая ткань не имеет кровеносных сосудов, а *питательные вещества диффундируют из надхрящницы* или прослоек волокнистой соединительной ткани, окружающей хрящ.

**Классификация:**

1. **Гиалиновая:**
   * *Клетки:*
     + стволовая
     + прехондробласты
     + хондробласты
     + хондроциты (1, 2, 3 типа + изогенные группы)
   * *Межклеточное вещество:*
     + коллагеновые (хондриновые) волокна
     + **основное вещество: белки, липиды, ГАГ, протеогликаны**
2. **Эластическая**:
   * *Клетки:*
     + стволовая
     + прехондробласты
     + хондроциты (1, 2, 3 типа + изогенные группы)
   * *Межклеточное вещество*:
     + сеть эластических волокон
     + основное вещество: ГАГ, протеогликаны, мало липидов и **гликогена**
3. **Волокнистая**:
   * *Клетки:*
     + хондроциты (формируют столбики)
   * *Межклеточное вещество:*
     + параллельно направленные пучки коллагеновых волокон
     + основное вещество: ГАГ

**Гистогенез:**

* + *Источник развития* – мезенхима, скелетогенный зачаток.
  + *Хондробласты*
  + Молодые хондроциты с первичным межклеточным веществом из коллагенового белка – *Первичная (прехондриальная) ткань*.
  + Синтез фибриллярных белков, гликозаминогликанов и протеингликанов => *появление* *ореолов в межклеточном веществе*.
  + В местах соприкосновения клеток с промежуточным веществом – *блестящий слой – капсула хрящевых клеток*.
  + На границе между мезенхимой и хрящевой тканью возникает *надхрящница:*
    - соединительный слой
    - хондрогенный (камбиальный) слой – аппозиционный рост
  + Хрящевые клетки *перихондриальной ткани* делятся митотически и амитотически – интерстициальный рост (при формировании и регенерации).
  + По мере роста – затруднение питания – хондроциты перестают размножаться, *белок хондромукоид* превращается в *альбумоид* (оксифильный).

**Гиалиновая хрящевая ткань.**

*Локализация:* скелет эмбриона, большинство органов, соединение рёбер с грудиной, воздухоносные пути, суставные поверхности, соединение эпифиза и диафиза трубчатых костей (метаэпифизарный хрящ).

*Характеристика*: полупрозрачна, голубовато-белого цвета.

*Хрящевые пластинки воздухоносных путей, хрящевые части рёбер.*

* + снаружи – надхрящница:
    - наружный слой – плотная волокнистая соединительная ткань с кровеносными сосудами
    - внутренний слой – содержит хондробласты и их предшественники – прехондробласты.
  + под надхрящницей – молодые хондроциты веретеновидной формы, длинная ось которых направлена вдоль поверхности хряща;
  + глубже – хондроциты округлой или овальной формы
  + изогенные группы включают 2-4 хондроцита, встречаются хондроциты I класса
  + вокруг молодых клеток – оксифильное межклеточное вещество
  + вокруг дифференцированных клеток и изогенных групп – базофильное м.в.

*Гиалиновый хрящ суставной поверхности.*

* + покрыт блестящим слоем аморфного вещества (протеогликаны)
  + поверхностный клеточный слой (малодифференцированные клетки, похожи на фибробласты)
  + тонкий волокнистый слой
  + молодые и дифференцированные хрящевые клетки хрящевой пластинки
  + изогенные группы представляют собой колонки, перпендикулярные кости
  + межклеточное вещество – легкопроницаемый желеобразный коллоид (если нет надхрящницы, то питательные вещества диффундируют из синовиальной жидкости или из сосудов подлежащей кости); белки-антигены не проходят.

**Эластическая хрящевая ткань.**

*Локализация*: ушная раковина млекопитающих, надгортанник, рожковидный и клиновидный хрящи гортани, стенка наружных слуховых проходов, слуховых труб.

*Характеристика*: желтоватого цвета, не прозрачна.

*Особенности*:

* + покрыт надхрящницей
  + хрящевые клетки расположены поодиночке или образуют изогенные группы
  + в межклеточном веществе – коллагеновые + эластические волокна
  + эластические волокна хряща переходят в эластические волокна надхрящницы
  + мало липидов, гликогена и хондроитинсульфатов
  + никогда не обызвествляется.

**Волокнистая хрящевая ткань.**

*Локализация*: межпозвоночные диски, полуподвижные сочленения, переход волокнистой соединительной ткани (сухожилий и связок) в гиалиновый хрящ

*Особенности*:

* + межклеточное вещество состоит из плотной волокнистой соединительной ткани, волокна которой разрыхляются и пропитываются межклеточным веществом гиалинового хряща.
  + клетки расположены поодиночке или образуют изогенные группы
  + цитоплазма вакуолизирована
  + плавный переход в сухожилие (столбики сдавленных хрящевых клеток → сухожильные клетки).

**Возрастные изменения:**

* + уменьшается содержание протеингликанов, снижается гидрофильность
  + ослабляются процессы размножения (уменьшается содержание пластинчатого комплекса, гЭПС, митохондрий)
  + увеличивается количество гликогена, лизосом
  + лакуны заполняются аморфным веществом и коллагеновыми фибриллами
  + отложение солей кальция, врастание кровеносных сосудов, образование кости.

**Регенерация**: за счёт малодифференцированных клеток надхрящницы и хряща.

**Скелетные ткани. Костная ткань.**

*Эмбриональный источник*: скелетная мезенхима, склеротом мезодермы.

**Клетки принадлежат 2-м дифферонам:**

1. *Остеогенный дифферон* (Клетка скелетной мезенхимы → СКО → ПСК (преостеобласт) → остеобласт → остеоцит).
2. *Гематогенный дифферон* (Клетка внезародышевой мезенхимы → СКК → ряд моноцитопоэза в миелоидном кроветворении → моноцит → остеокласт).

**Межклеточное вещество** костной ткани составляет 95% от всей массы ткани. Оно *минерализовано*, содержит до 70% неорганических веществ. Строение:

1. *Аморфное вещество* (аморфный матрикс) – ГАГ (оссеомукоид, осаждающий кальций), гиалуроновая кислота (неупорядоченность молекул => хрупкость).
2. *Оссеиновые волокна* – замурованы в аморфном веществе, являются разновидностью коллагеновых волокон, но они – минерализованы. Весь кальций находится в волокнах => прочность, гибкость, упругость, твёрдость.

**Функции костной ткани:**

1. Опорно-мобильная
2. Формообразующая
3. Участие в вводно-солевом обмене кальция и фосфора
4. Кроветворная

**Группы клеток:**

1. Клетки – предшественники (остеопрогениторные)
2. Дефинитивные (функционирующие)

К первой группе относят клетки остеогенной мезенхимы, СКО и ПСК:

* + Отростчатые клетки
  + Мелкие по размеру произошли из мезенхимных,
  + Создают синцитий неотличимы от них

**Остеопрогениторные клетки** находятся в очагах остеообразования:

* + Надкостница (периост)
  + Эндост (внутренняя оболочка, выстилающая костный канал)
  + Сухожилия, связки, мышцы
  + Красный костный мозг (?)
  + Каналы и лакуны кости
  + Циркулируют в крови (?)

К *дефинитивным* клеткам относят: остеобласты, остеоциты и остеокласты.

**Остеобласты** – клетки-костеобразователи. Активизируются гормонами (кальцитонин), электрическими полями кости, соматотропным гормоном, витаминами С и Д.

**Функции:**

1. Синтез коллагеновых белков
2. Синтез ГАГ
3. Фибриллогенез (на поверхности остеобластов по принципу матричного комплексирования)
4. Минерализация кости
5. Регуляция уровня кальция в крови.

**Морфологическая характеристика:**

1. Различная форма
2. Размер 15-20 мкм
3. Одно округлое ядро, расположенное в центре.
4. Цитоплазма резко базофильна
5. Развит аппарат внутриклеточного синтеза
6. На поверхности – одиночные микроворсинки, от которых отщепляются матриксные пузырьки
7. На цитолемме очень много рецепторных белков.

**Матриксные пузырьки** – отшнуровавшиеся фрагменты микроворсинок, являются организаторами очагов минерализации. Содержат в себе: свободный кальций, митохондрии, нагруженные кальцием, лизосомы, участвующие в резорбции кости, ферменты минерализации (щелочную фосфатазу).

**Репродукция:** митоз и внутриклеточная регенерация.

**Схема**:

**Остеоциты** – являются непосредственными потомками остеобластов.

**Функции**:

1. Транспортная (коммуникационная)
2. Генерация и распространение в кости микробиопотенциалов
3. Формирование электрических полей
4. Регуляция активности остеобластов и остеокластов
5. Паракриновая функция – синтез биологически активных веществ, регулирующих минерализацию.

**Морфологическая характеристика:**

1. Отростчатая, удлиненная форма
2. Размеры 10-20 мкм
3. Округлое ядро в центре
4. Слабо базофильная цитоплазма
5. Развиты органеллы аппарата внутриклеточного транспорта
6. Много митохондрий и лизосом
7. Наличие плотных межклеточных контактов между отростками соседних остеоцитов.

Расположены в **костных лакунах** (тела, а отростки – в канальцах). Всё это в целом называется **лакунарно-канальцевой системой**: остеоцит + лакуна + канальцы с отростками.

**Функции лакунарно-канальцевой системы**:

1. Транспорт ионов кальция по костной ткани.

**Воспроизведение**: внутриклеточная регенерация, очень редко – митоз. Есть возможность дедифференцировки в остеобласт.

**Остеокласты** – клетки костеразрушения. Они регулируются целым набором факторов: гормон паратиреоидин (↑), эстрогены (↓), фактор активации остеокластов (вырабатывается Т-лимфоцитами), электрические поля кости.

**Функции**:

1. Макрофагическая (резорбционная)
2. Переводит нерастворимый кальций в растворимый
3. Регулирует содержание кальция в крови, стимулируя обратимое поступление кальция в кровь

**Морфологические характеристики:**

1. Непостоянная форма, имеется 2 полюса
2. Размеры 90-180 мкм
3. Много ядер
4. Цитоплазма слабо базофильна
5. Хорошо выражен аппарат внутриклеточного пищеварения и дезинтоксикации
6. Хорошо выражен ОДА
7. Наличие гофрированной щёточной каёмки, содержащей микроскладки цитолеммы, большое количество лизосом, митохондрий, экзоцитозных пузырьков.
8. На цитолемме много рецепторов.

**Локализация**: в месте разрушения костей.

**Репродукция**: внутриклеточная регенерация.

**Пространственная организация межклеточного вещества**.

**Существуют 2 типа костной ткани**:

1. *Грубоволокнистая*
2. *Пластинчатая*

Структурный состав одинаковый.

**Грубоволокнистая ткань** характеризуется неупорядоченным расположением оссеиновых волокон. Она хрупкая и непрочная.

*Локализация*: у взрослых практически не встречается, в швах черепа, в местах прикрепления сухожилий, в эмбриональном скелете, может организовываться в участках репарации.

**Пластинчатая костная ткань** – основной вид костной ткани, из неё построены все кости. Упорядоченное расположение оссеиновых волокон параллельно друг другу с цементирующим веществом формирует костную пластинку. Пластинки наслаиваются друг на друга, а между ними, в лакунах, расположены остеоциты.

**Способы компонования, наслаивания**:

1. В виде остеонов
2. В виде вставочных пластин
3. В виде генеральных пластин
4. В виде костных ячеек – трабекулярных пакетов.

**Остеон** – структурно-функциональная единица компактного вещества кости, система вставленных друг в друга цилиндров, стенки которых образованы костными пластинками. В центре – **Гаверсов канал**, заполненный рыхлой волокнистой соединительной тканью, жировой тканью, остеобластами, остеокластами, кровеносными сосудами, лимфатическими сосудами, терминальными отделами отростков остеоцитов, нервными волокнами.

Отдельные Гаверсовы каналы соседних остеонов соединяются между собой, формируя мощную **Гаверсову систему** кровообращения кости.

Остеоны соединяются **спайными линиями** и **вставочными пластинами**.

**Генеральные пластинки:**

* + наружные
  + внутренние

*Расположены* в виде обруча снаружи и на внутренней поверхности компактного вещества (5-50).

**Костные ячейки** – структурно – функциональная единица губчатого вещества кости, сотовидные образования, сообщающиеся между собой (пластинки, между которыми расположены остеоциты). Внутри – Гаверсова система + ретикулярная ткань + гематогенные островки + СКК.

**Губчатое вещество** расположено в эпифизах трубчатых костей, трабекулах костно-мозговых каналов, срединной части плоских костей, губчатых костях (ключица, рёбра, позвонки).

**Кость как орган.**

*Содержит все виды ткани.*

*Снаружи кость покрыта надкостницей (периост)*, имеющей 2 слоя:

1. Наружный – ПВСТ
2. Внутренний – камбиальный – РВСТ, остеобласты, остеокласты, сосуды, нервы, нервные окончания.

За счёт надкостницы кость растёт в ширину (*аппозиционный способ*).

Надкостница прикрепляется к кости плотно за счёт *шарпеевских волокон*.

Надкостница имеет мощную кровеносную систему, сосуды проникают в надкостницу через фолькманновские каналы и соединяются с гаверсовой системой.

**Функции надкостницы:**

1. Защитная
2. Трофическая
3. Рост кости
4. Регуляторная
5. Рецепторная

Изнутри в трубчатых костях – **эндоост**. Он выстилает костномозговой канал, трабекулы которого проникают в костный канал.

**Гистогенез костной ткани:**

1. Эмбриональный (формирование кости как ткани)
2. Постэмбриональный (физиологические изменения в течение всей жизни)

**Фазы эмбрионального гистогенеза:**

1. Фаза остеогеннных островков (мезенхима → островки → СКК)
2. Остеоиды (начинается синтез костных веществ, но минерализации их не происходит)
3. Минерализация
4. Резорбция и восстановление костной ткани.
5. Васкуляризация и формирование пластинок костной ткани.

**Два пути эмбрионального гистогенеза:**

1. *Прямой* путь – из остеогенной мезенхимы – для плоских костей
2. *Непрямой* путь – на месте хрящевой матрицы – для трубчатых костей – до 20 лет

**Непрямой гистогенез:**

1. Формирование хрящевой матрицы
2. Перихондральное окостенение
3. Эндохондральное окостенение (внутри хряща, в лакунах образовавшейся кости – образование губчатой костной ткани диафиза)
4. Энхондральное окостенение эпифиза (точка окостенения в центре, рост к периферии, образование суставного хряща).
5. Формирование метэпифизарной пластинки кости, за счёт которой кость растёт в длину.

**В метафизе выделяют 4 зоны:**

1. зона неизменённого хряща (окостенение в последнюю очередь)
2. зона столбчатого хряща
3. зона дистрофированного хряща
4. зона минерализованного хряща

Когда 2-е первых зоны минерализуются *прекращается рост костей.*

*Постэмбриональный схож с эмбриональным*. Чередование образования и разрушения кости. Три возрастных периода формирования костей:

1. Период активного костеобразования (костеобразование превалирует над костеразрушением до 20 лет)
2. Период стабилизации(КО = КР)
3. Период угасания (КО < КР).