**ЛЕКЦИЯ 19**

**ХРЯЩЕВАЯ ТКАНЬ**

*Свойства хрящевой ткани. Гистогенез хрящевой ткани. Классификация. Характеристика хрящевого матрикса. Гиалиновый хрящ. Волокнистый хрящ. Эластический хрящ. Суставной хрящ.*

|  |  |
| --- | --- |
| Хрящевые ткани состоят из крупных клеток – хондробластов и хондроцитов, а также плотного межклеточного вещества сложного химического состава:   * 70-80% массы хрящевых тканей составляет вода, * 10-15% - органические вещества, * 4-7% - минеральные соли. | [http://artroskop.ru/uploads/posts/2012-02/1329052827_hrash.jpg](http://artroskop.ru/) |
| Межклеточное вещество содержит | Рисунок 16 - Хрящевая ткань |

хондриновые фибриллы и хондромукоид.

Хрящевые ткани входят в состав органов дыхатель­ной системы, суставов, межпозвоночных дисков и др. Собственно хрящевая ткань не имеет кровеносных сосудов. Питательные вещества диффундируют из окружающей ее *надхрящницы.* Клетки хрящевой ткани представлены тремя типами:

- ходробластами,

- хондроцитами,

- хондрокластами.

Хондробласты, синтезируют межклеточное вещество, а также являются камбиальными клетками. Благодаря ним происходит развитие, рост и обновление тканей. Хондроциты, имеют низкую синтетическую активность. Поддерживают структурную организацию зрелых тканей. Хондрокласты, активно разрушают скелетные ткани. Обширное межклеточное вещество хрящевой ткани обладает высокой механической прочностью. Хрящевая ткань характеризуется общим свойствами:

* низкий уровень метаболизма,
* отсутствие сосудов,
* способность к непрерывному росту,
* прочность и эластичность.

Гистогенез хрящевых тканей называют *хондрогистогенезом*. Хрящевая ткань является одной линий дифференцировки механоцитов, которые вместе с костной тканью выполняют опорную функцию в организме. Хрящевая, как и костная ткани развивается из склеротомной мезенхимы. Хондрогенез начинается с уплотнения мезенхимы на месте будущей хрящевой ткани и образования хондрогенного участка.

Клетки в составе такого участка интенсивно делятся митозом, сближаются друг с другом, увеличи­ваются в размерах. Опорную функцию хондрогенные клетки выполняют за счет собственного внутреннего напряжения, или тургора.

На следующей стадии гистогенеза хрящевые клетки начинают продуцировать меж­клеточное вещество. Происходит перестройка внутренней организации хондробластов, в которых развивается 6елоксинтезирующий аппарат (гранулярная эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи). Хондробласты осуществляют синтез двух основных компонентов межкле­точного вещества – специфических коллагеновых белков (II-го типа), которые фор­мируют фибриллы толщиной 10-20 нм, и гликозаминогликанов. Хондроб­ласты, начавшие синтез специфических белков, сохраняют способность к репли­кации ДНК и могут делиться митозом. За счет деления клеток масса первичной хря­щевой ткани увеличивается.

Следующая стадия гистогенеза хрящевых тканей характеризуется дальней­шей дифференцировкой хондробластов, которые начинают секретировать сульфатированные гликозаминогликаны. В меж­клеточном веществе накапливаются протеогликаны – соединение неколлагеновых белков с гликозаминогликанами (хондромукоид). Белки составляют 10-20%, а гликозаминогликаны – 80-90%. Большая часть последних представлена хондроитинсульфатом (сульфатированным гликозаминогликаном).

Поскольку хрящ не содержит кровеносных сосудов, питание ткани происходит путем диффузии. Межклеточная жидкость при этом играет ведущую метаболическую роль в проведении веществ к клет­кам (кислорода, ионов и др.). В центре хряща нередко создаются условия ухудшенной трофики. В этих участках происходят гибель хрящевых клеток и межклеточного ве­щества и отложение солей кальция (асбестовая дистрофия хряща).

С увеличением массы межклеточного вещества синтетическая активность хондробластов уменьшается. Блокируется и их способность к синтезу ДНК. Хондробласты превращаются в хондроциты – зрелые хрящевые клетки. Хондроциты распо­лагаются обычно группами по 2, 4 или 8 клеток в общей полости. Это так называемые *изогенные группы*, или «гнезда клеток». Как одиночные хонд­роциты, так и их изогенные группы окружены слоем уплотненного межклеточного вещества, называемого «капсулой». Кнаружи от капсулы находит­ся слой вещества, содержащего гликозаминогликаны, в том числе свободную хондроитинсерную кислоту.

Хрящевые клетки, располагающиеся в глубине развивающейся хрящевой тка­ни, сохраняют некоторое время способность делиться митозом и синтезировать межклеточное вещество, обеспечивая внутренний, интерстициальный, рост.

Классифицируют хрящевую ткань по составу межклеточного вещества. Выделить три вида хрящевых тканей:

* гиалиновую,
* эластическую,
* волокнистую.

Наиболее распространенной является гиалиновая хрящевая ткань. Она представлена хондроцитами, которые лежат в небольших полостях (лакунах), разбросанных в межклеточном веществе Гиалиновая хрящевая ткань является наиболее распространенной в организме. Она имеется на суставных поверхностях костей, на концах ребер, в стенке гортани и брон­хов. В нативном состоянии она выглядит прозрачной, стекловидной. Хондриновые фибриллы имеют показатель преломления такой же, как и у основного вещества, и потому они не видны. Большая часть встре­чающейся в организме у человека гиалиновой хрящевой ткани покрыта *надхрящницей* и представляет собой вместе с пластинкой хрящевой ткани анатомические образования – *хрящи.*

В надхрящнице выделяют два слоя:

- наружный слой, состоит из волокни­стой соединительной ткани с кровеносными сосудами;

- внутренний слой, состоит из клеток хондробластов и их предшественни­ков.

Под надхрящницей в поверхностном слое распола­гаются молодые хондроциты веретенообразной формы. В более глубоких слоях хрящевые клетки приобретают овальную или округлую форму. В связи с тем, что синтетические и секреторные процессы у этих клеток ослабляются, они после деления далеко не расходятся, а лежат компактно, образуя *изогенные группы* из 2-4 хондроцитов.

В гиалиновом хряще любой локализации принято различать *территориальные участки* межклеточного вещества, или матрикса. К территориальному участку относится матрикс, непосредственно окружающий хрящевые клетки или их группы. Здесь коллагеновые волокна II типа и фибриллы, извиваясь, окружают изогенные группы хрящевых клеток, пре­дохраняя их от механического давления. В межтерриториальном матриксе коллагеновые волокна ориентированы в направлении вектора действия сил основных нагрузок. Пространство между коллагеновыми структурами запол­нено протеогликанами.

В структурной организации межклеточного вещества хряща большую роль иг­рает *хондронектин.* Этот гликопротеин соединяет клетки между собой и с различ­ными субстратами (коллагеном, гликозаминогликанами). Опорная биомеханичес­кая функция хрящевых тканей при сжатии, растяжении обеспечивается не только строением ее волокнистого каркаса, но и наличием гидрофильных протеогликанов с высоким уровнем гидратации (65-85 %). Высокая гидрофильность межкле­точного вещества способствует диффузии питательных веществ, солей. Газы и многие метаболиты также свободно диффундируют через него. Однако крупные белковые молекулы, обладающие антигенными свойствами, не проходят. Этим объясняется успешная трансплантация в клинике (пересадка от одного человека к другому) участков хряща. Метаболизм хондроцитов преимущественно анаэробный, гликолитический.

*Эластическая* хрящевая ткань встречается в ушной раковине, надгортаннике, в составе стенки средних бронхов. В межклеточном веществе этой ткани преобладает сеть эластических волокон. Последние имеют толщину 0,3-5 мкм и построены из белка эластина. Эластическую хрящевую ткань иногда называют еще сетчатой. Эластическая хрящевая ткань обладает высокой гибкостью (например, ушная раковина). Хондроциты также лежат небольшими изогенными группами. Их межклеточное вещество помимо коллагеновых фибрилл, более чем на 90% состоит из плотной сети эластических волокон различной толщины.

*Волокнистая* хрящевая ткань входит в состав межпозвоночных дисков, лонно­го сочленения, встречается в местах при­крепления сухожилий и связок к гиали­новому хрящу и костям. Межклеточное вещество содержит упорядоченно распо­ложенные коллагеновые волокна, как и в плотной оформленной соединительной ткани, но клетки здесь хрящевые, а не фиброциты. Коллагеновые белки представлены преимущественно I-го типом и незначительным количеством II-го типа.

Основным компонентом хрящевого матрикса является:

- коллаген II типа,

- протеогликаны,

- интерстициальная вода.

Тонкие коллагеновые фибриллы образуют сетчатый каркас, придавая хрящу упругость. У взрослого человека они не обновляются, что приводит к старению хряща. Главным компонентом являются протеогликаны. В них 10% составляют белки, а 90% - хондроитинсульфат (гликозаминогликан).

Протеогликаны нанизаны на длинную молекулу гиалуроновой кислоты и формируют агрегаты. Протеогликаны способны связывать большое количество воды, придавая хрящу упругость. У взрослого человека они медленно обновляются. Интерстициальная вода способна перемещаться внутри матрикса под действием давления. Благодаря несжимаемости, она обеспечивает жесткость хрящевой ткани. Волокнистая хрящевая ткань наиболее прочная. Она находится в межпозвонковых дисках и в тех местах, где сухожилия прикрепляются к костям или гиалиновым хрящам и плавно переходит в них.

Хрящевая ткань участвует в образовании суставов. В сустав входят эпифизы двух костей, поверхности которых покрыты суставные хрящом, гиалиновым или волокнистым, толщиной от 0,25 до 6 мм в зависимости от нагрузки на сустав. Суставные хрящи облегчают скольжение суставных поверхностей и смягчают толчки. Суставная поверхность эпифиза одной кости обычно выпуклая – это суставная головка, а другой кости вогнутая суставная впадина. Суставной хрящ лишен кровеносных сосудов и надхрящницы. Он содержит от 75 до 80% воды и от 20 до 25% сухих веществ, из которых половина – это коллаген, соединенный с протеогликанами. Коллаген придает хрящу прочность, протеогликаны – упругость. Через межклеточное вещество путем диффузии из синовиальной жидкости в хрящ свободно поступает вода и питательные вещества.

Непосредственно к кости прилежит слой хряща, пропитанного солями кальция, над ним располагается слой хондроцитов. Они расположены в виде колонки перпендикулярно поверхностного слоя. Хондроциты секретируют гигантские молекулы, образующие межклеточное вещество.

Структурной особенностью гиалинового хряща суставной поверхности является отсутствие надхрящни­цы на поверхности, обращенной в полость сустава. Суставной хрящ состоит из трех нечетко очерченных зон:

* поверхностной,
* промежуточной,
* базальной.

В поверхностной зоне суставного хряща располагаются мелкие уплощенные малоспециализированные хондроциты, напоминающие по строению фиброциты.

В промежуточной зоне клетки более крупные, округлой формы, метаб­лически очень активные: с крупными митохондриями, хорошо развитой гранулярной эндоплазматической сетью, аппаратом Гольджи с многочисленными ве­зикулами.

Базальная зона делится на некальцинирующийся и кальцинирующийся слой. В последний из подлежащей субхондральной кости проникают кровеносные сосуды. Особенностью межклеточного вещества глубокой зоны суставного хряща является содержание в нем матриксных везикул — мембранных структур диаметром от 30 нм до 1 мкм, которые являются локусами инициальной минерализации скелетных тканей. Питание суставного хряща лишь частично осуществляется из сосудов глубокой зоны, а в основном за счет си­новиальной жидкости полости сустава.

*Регенерация хрящевых тканей.* Хрящевые ткани способны к регенерации. Важ­ную роль при этом играет *надхрящница,* где располагаются камбиальные клетки. За счет пролиферации этих клеток и их дифференцировки в хондробласты, образующие межклеточное вещество, происходит заполнение дефекта.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Из чего состоит хрящевая ткань? 2. Какие особенности свойственны хрящевой ткани? 3. Опишите этапы хондрогистогенеза. 4. На какие группы делится хрящевая ткань? 5. Какую роль играет надхрящница? Как она устроена? 6. Что такое изогенная группа? 7. Как устроен гиалиновый хрящ? 8. Как устроены эластические и волокнистые хрящи? 9. Какие особенности имеет хрящевая ткань суставов?