ГБОУ ВПО

«УГМУ»

Минздрава РФ

Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии

Реферат:

Синовиальные суставы. Микроскопическая структура суставного хряща у детей и взрослых

Исполнитель:

Морозова В.Э.

Студентка ОП-112

Преподаватель:

Курумчина С.Г.

Екатеринбург, 2015

# Суставы

Прерывные соединения костей - суставы, или синовиальные соединения (articulations synoviales) являются наиболее распространенным видом сочленения костей человека, создающим условия высокой подвижности его тела. Сустав называется простым (articulatio simplex), если в его образовании участвуют две кости, и сложным (articulatio composita), если его образуют три и более кости.

Каждый сустав имеет обязательные структурные элементы, без которых соединение костей не может быть отнесено к суставам, и вспомогательные образования, определяющие структурные и функциональные отличия одного сустава от других.

## Обязательные элементы сустава

К обязательным элементам сустава относятся суставные хрящи, покрывающие суставные поверхности; суставная капсула и суставная полость.

Суставные хрящи (cartilago articulares) обычно построены из гиалинового хряща, реже волокнистого. Эти хрящи покрывают поверхности костей, которыми сочленяющиеся кости обращены друг к другу. Следовательно, одна поверхность суставного хряща сращена с покрываемой им поверхностью кости, а другая свободно выстоит в сустав.

Суставная капсула (capsula articularis) окружает в виде замкнутого чехла сочленяющиеся концы костей и, не переходя на суставные поверхности, продолжается в надкостницу этих костей. Капсула построена из волокнистой соединительной ткани и состоит из двух слоев - мембран. Наружная, фиброзная, мембрана (membrana fibrosa (stratum fibrosum) построена из плотной волокнистой соединительной ткани и выполняет механическую роль. Изнутри она переходит в синовиальную мембрану (membrana synovialis (stratum synoviale)). Синовиальная мембрана образует синовиальные складки (plicae synoviales). Эта мембрана выделяет в сустав синовиальную жидкость (синовия) (synovia), которая смачивает суставные поверхности костей, питает суставной хрящ, выполняет функцию амортизатора, а также изменяет подвижность сустава по мере изменения своей вязкости. Рабочая поверхность мембраны увеличивается не только за счет синовиальных складок, но и за счет синовиальных ворсинок (vilii synoviales) обращенных в суставную полость.

Суставная полость (cavitas articularis) - это узкая замкнутая щель, ограниченная сочленяющимися поверхностями костей и суставной капсулой и заполненная синовиальной жидкостью. Полость не имеет сообщений с атмосферой.

## Вспомогательные образования суставов

Вспомогательные образования суставов разнообразны. К ним относятся:

· связки (ligamenta);

· суставные диски (disci articulares);

· суставные мениски (menisci articulares);

· суставные губы (labra articularia).

Связки суставов - это пучки плотной волокнистой соединительной ткани, укрепляющие суставную капсулу и ограничивающие либо направляющие движение костей в суставе. По отношению к суставной капсуле различают внекапсульные связки (ligg. Extracapsularia), находящиеся снаружи суставной капсулы, капсульные свяжи (ligg. Capsularia), расположенные в толще капсулы, между ее фиброзной и синовиальной мембранами, и внутрикапсульные связки (ligg. Intracapsularia), внутри сустава. Связки имеют практически все суставы. Внекапсульные связки вплетаются в наружные отделы фиброзного слоя капсулы; капсульные связки представляют собой утолщение этого слоя, а внутрикапсульные связки по своему положению являются внутрисуставными, но покрыты синовиальной оболочкой, отделяющей их от полости сустава.

Суставные диски - это прослойки гиалинового или волокнистого хряща, вклинивающиеся между суставными поверхностями костей. Они крепятся к капсуле сустава и делят суставную полость на два этажа. Диски увеличивают соответствие (конгруэнтность) суставных поверхностей, а, следовательно, объем и разнообразие движений. Кроме того, они служат амортизаторами, снижая толчки и сотрясения при движении. Такие диски имеются, например, в грудино-ключичном и височно-нижнечелюстном суставах.

Суставные мениски в отличие от дисков - это не сплошные хрящевые пластинки, а серповидные образования из волокнистого хряща. Два мениска, правый и левый, находятся в каждом коленном суставе; они прикрепляются наружным краем к капсуле, ближе к большеберцовой кости, а острым внутренним краем свободно выстоят в полость сустава. Мениски разнообразят движения в суставе и служат амортизаторами.

Суставная губа образована плотной волокнистой соединительной тканью. Она прикрепляется к краю суставной впадины и углубляет ее, повышая соответствие поверхностей. Губа обращена в полость сустава (плечевой и тазобедренный суставы).

## Различие суставов по форме

Суставы различаются по форме суставных поверхностей и степени подвижности сочленяющихся костей. По форме суставных поверхностей выделяют:

o шаровидные (чашеобразные) суставы (articulationes spheroideae (cotylicae));

o плоские (articulationes planae);

o эллипсовидные (articulationes ellipsoideae (condylares));

o седловидные (articulationes sellares);

o oвoидные (articulationes ovoidales);

o цилиндрические (articulationes trochoideae);

o блоковидные (ginglymus);

o мыщелковые (articulationes bicondylares).

От формы суставных поверхностей зависит характер движения в суставе. Шаровидные и плоские суставы, у которых образующая представлена отрезком окружности, позволяют производить движение вокруг трех взаимно перпендикулярных осей: фронтальной, переднезадней (сагиттальной) и вертикальной. Так, в плечевом суставе, шаровидном по форме, возможны вокруг фронтальной оси сгибание (flexio) и разгибание (extensio), при этом движение происходит в сагиттальной плоскости; вокруг переднезадней оси - отведение (abductio) и приведение (adductio), движение совершается во фронтальной плоскости. Наконец, вокруг вертикальной оси возможно вращение (rotatio), включающее поворот внутрь (pronatio) и наружу (supinatio), само вращение осуществляется в горизонтальной плоскости.

Эти движения в плоских суставах весьма ограничены (плоская суставная поверхность в данном случае рассматривается как малый отрезок окружности большого диаметра), а в шаровидны суставах движения совершаются с большой амплитудой и дополняются ведением по кругу (circumductio), при котором центр вращения соответствует шаровидному суставу, а движущаяся кость описывает поверхность конуса.

Суставы, в которых движение вокруг одной из трех осей исключено и возможно только вокруг двух осей, называются двуосными. К двуосным относятся эллипсовидные суставы (например, лучезапястный сустав) и седловидные (например, запястно-пястный сустав I пальца кисти).

Одноосными считаются цилиндрические и блоковидные суставы. В цилиндрическом суставе образующая движется параллельно оси вращения. Примером такого сустава может служить атлантоосевой срединный сустав, ось вращения в котором проходит вертикально, через зуб II шейного позвонка, а также проксимальный лучелоктевой сустав.

Разновидностью одноосного сустава является блоковидный, у которого образующая наклонена по отношению к оси вращения (как бы скошена). К таким суставам относятся плечелоктевой и межфаланговый.

Мыщелковые суставы (articulationes bicondylares) являются видоизмененными эллипсовидными суставами.

В некоторых суставах системы скелета движения возможны только одновременно с движениями в соседних суставах, т. е. анатомически изолированные суставы объединяются общностью функции. Такую функциональную комбинацию суставов необходимо учитывать при изучении их строения и анализе структуры движений.

## Микроскопическая структура хряща

В суставном хряще различают три фенотипа хондроцитов.

. Хондроциты I типа характеризуются высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, содержат умеренно электронно-плотное ядро; комплекс Гольджи и эндоплазматическая сеть относительно слабо выражены, вакуоли немногочисленны. Они способны митотически делиться, т.е. являются источником репродукции изогенных групп клеток. Преобладают в молодом, развивающемся хряще.

. Хондроциты II типа отличаются снижением ядерно- цитоплазматического отношения. Это зрелые, высокодифференцированные, активные в секреторном отношении клетки, имеют высоко электронно-плотное неровной формы ядро; комплекс Гольджи и эндоплазматическая сеть хорошо развиты; постоянным цитоплазматическим включением является гликоген. Они обеспечивают образование и секрецию гликозаминогликанов и протеогликанов в межклеточное вещество.

. Хондроциты III типа отличаются самым низким ядерно- цитоплазматическим отношением. Их ультраструктурные особенности свидетельствуют об активной секреторной деятельности. Клетки содержат значительные скопления гликогена. Эти клетки сохраняют способность к образованию и секреции белка (коллагена), но в них снижается синтез гликозаминогликанов.

Хондроциты поддерживают высокий клеточный метаболизм, несмотря на ограниченную доступность нутриентов; это доказывается наличием крупного ядра с одним или более ядрышками и базофильной цитоплазмой. Цитоплазма большинства клеток вакуолизирована. В виде включений она содержит жир и гликоген, причем последний, преимущественно, в клетках молодых животных. Установлено, что гликоген накапливают хондроциты всех зон суставного хряща.

Репаративная регенерация суставного хряща

суставхрящдискмениск

Регенерация в общем виде проявляется в закономерном соотношении морфологической изменчивости структурных элементов (гетероморфия), временной организации процесса развития и регенерации клеток и тканей (гетерохрония) и пространственной организации за счет перемещения составляющих элементов (гетерокинезис).

Большинство тканей реагируют на повреждение однородным ответом, который включает три фазы:

Первая фаза - некроз, который наступает немедленно после повреждения.

Вторая фаза - воспаление, которое сопровождается вазодилатацией и повышением проницаемости сосудистой стенки. Это приводит к выпотеванию жидкости на раневой поверхности, последняя приносит фагоцитирующие клетки, разрушающие повреждённые ткани, и полипотентные стволовые клетки, способные формировать новую ткань.

Третья финальная фаза - стадия ремоделирования. На этой стадии формируется либо новая ткань, которая восстанавливает структуру и функцию оригинала, либо в дефекте развивается фиброзный рубец. Все хрящи, но особенно хрящи опорно-двигательного аппарата постоянно подвергаются микротравматизации.

Учитывая большую социальную значимость заболеваний крупных суставов, регенерация хряща является одним из наиболее актуальных вопросов, связанных с морфологией и функцией суставного хряща. Способность хряща к репаративной регенерации лимитирована двумя факторами:

) отсутствием прямого кровоснабжения;

) особенностями структуры.

Аваскулярная природа хряща делает невозможным развёртывание воспалительной фазы и миграцию стволовых клеток в хрящ. Плотный внеклеточный матрикс формирует физический барьер для миграции в дефект существующих хондроцитов.

Особенностью хрящевой ткани, по сравнению с другими видами тканей в организме, является то, что в ней мало клеток, и они окружены большим количеством межклеточного пространства. На основании способности к клеточному обновлению, хрящевая ткань относится к тканям растущего типа, для которой характерно постепенное снижение митотической активности. Хотя хондроциты продуцируют матрикс на протяжении всей жизни, эта продукция не может обеспечить потребности, которые развиваются после повреждений суставного хряща.

При неглубоких повреждениях хрящевая ткань мобилизирует свои регенераторные возможности в виде пролиферации хондроцитов, внутриклеточной гипертрофии и фибробластической их трансформации.

Репаративная регенерация суставного хряща выражается в возбуждении пролиферативных и секреторных возможностей хондроцитов. Установлено, что хондроцит в ответ на повреждение начинает делиться, однако, избыточная пролиферация не ведет к увеличению секреторно-активных клеток. В процессе заживления не все клетки способны к делению. Во вновь формирующихся изогенных группах часть хондроцитов активно синтезирует коллаген и протеогликаны.

Увеличение числа активно продуцирующих клеток, способных создавать новые участки матрикса - основной источник восстановительных процессов в суставном хряще. Оба процесса тесно взаимосвязаны, и именно этим определяется и пролиферация, и дифференцировка, и жизнеспособность восстанавливающегося хряща. Вплоть до настоящего времени вопросы о механизмах клеточной гибели, регенерации суставного хряща и ее источниках при разных видах повреждения остаются дискутабельными. Реакция клеток на повреждение зависит от типа, продолжительности действия, тяжести повреждающего фактора. Некроз и апоптоз признаются разновидностями клеточной смерти.

Особую роль апоптоз играет в развитии остеоартроза, связанного с нарушением биомеханики суставов. Установлено, что механическое давление на хрящ ведет к увеличению секреции оксида азота, сопровождающемуся развитием апоптоза значительной части хондроцитов. Образуемые хондроцитами апоптотические тела проявляют функциональные свойства (содержат щелочную фосфатазу, преципитируют кальций), которые могут способствовать кальцификации хряща.

Недостаточно выяснены вопросы о возможности и месте пролиферации хондроцитов. Учитывая зональную неоднородность суставного хряща, исследователи высказывали различные мнения о наличии какой-то определенной зоны, имеющей наибольшее значение для его роста и восстановления. По данным ряда исследователей в суставном хряще постоянно имеются признаки репродукции и отмирания клеток. Прямые и косвенные признаки деления хондроцитов (двуядерные клетки, тесные клеточные пары и др.) чаще встречаются в промежуточной зоне.

Хондроциты промежуточной зоны сохраняют способность пролиферировать в течение всей жизни и выполняют роль камбия для всей структуры суставного хряща. Возможность репродукции клеток глубокой зоны подтверждена рядом исследователей, которые обнаружили в глубокой зоне хряща клетки с фигурами митотического деления. Результаты исследований ряда авторов позволяют считать хондроциты поверхностной зоны резервными клетками, а поверхностную зону - зоной резервных клеток, так как при действии ряда факторов в период восстановления часть клеток поверхностной зоны подвергается делению.

Хрящ может регенерировать за счет собственного потенциала (размножение хондроцитов и рост матрикса) и, что не менее важно, за счет других видов соединительной ткани, которые имеют общее с ним происхождение. При повреждении хряща источниками регенерации являются:

) сам хрящ;

) синовиальная оболочка сустава, нарастающая с краев дефекта и превращающаяся в хрящеподобную ткань;

) костные клетки, которые могут трансформироваться в хрящевые;

) клетки костного мозга, которые могут служить источником регенерации при глубоких повреждениях хрящей в сочетании с костным повреждением.

По-видимому, степень и качество регенерации хряща зависит от глубины его повреждения, площади поврежденного участка и от условий существования хряща после повреждения.

При частичных повреждениях суставного хряща значительную роль играет синовиальная оболочка, нарастающая с краев дефекта.

Исследователи полагают, что главная причина неспособности хряща к восстановлению - отсутствие доступа стволовых клеток. Если эта гипотеза верна, то индукция миграции стволовых клеток должна обеспечить восстановление.

Одна из идей состоит в обеспечении контакта суставного хряща и костного мозга, который является богатым источником мезенхимальных стволовых клеток. Субхондральное рассверливание инициирует рост ткани в рассверленном отверстие. Однако образованная ткань не включается в хрящ и быстро рассасывается. Ограниченные способности суставного хряща к регенерации привели к развитию заместительных операций: пересадка надкостницы, надхрящницы, пластика костно-хрящевыми ауто- и аллотрансплантатами, «костномозговая стимуляция», применение метода клеточной и тканевой инженерии. Каждый из этих методов успешно применяется, но может лишь частично помочь восстановлению функционирования сустава.

Ни один из этих способов не приводит к образованию гиалинового хряща, способного выдерживать нагрузку, которая прилагается к суставу в естественных условиях. Проблема заключается в том, что после трансплантации жизнеспособные хондроциты обладают пониженной пролиферативной и синтетической активностью. Это послужило основанием для разработки новых подходов в лечении дефектов хряща на основе культивирования клеток.

Известно, что лабораторные условия культивирования, при которых выращиваются тканево-инженерные конструкции, не повторяют физиологическое микроокружение, которое существует в хрящевой и костной тканях. Высокая трудоемкость и стоимость процесса культивации ограничивает применение этого метода.

В настоящее время среди способов стимуляции рапаративного остео- и хондрогенеза широкое распространение получили субхондральная туннелизация, абразия и формирование микропереломов субхондральной кости, объединенные названием - «костномозговая стимуляция». Однако особенности строения регенератов, образующихся после применения субхондральной туннелизации, мало изучены и недостаточно согласованы с реальным восстановлением функции коленного сустава.

Вновь образующая ткань, носит характер скорее соединительнотканной, чем хрящевой, значительно отличается от нормального хряща по биомеханическим и биохимическим свойствам, чем нарушает гомеостаз синовиальной среды сустава.

Таким образом, самостоятельное восстановление хряща после глубокого повреждения никогда не бывает полным. Добиться реституции сустава удается редко. В связи с этим, с целью обеспечения положительного анатомо- функционального результата в настоящее время актуален поиск более эффективных способов стимуляции и оптимальных условий репаративной регенерации суставного хряща.

Регулирующая роль механических факторов особенно существенна в отношении суставных хрящей, для которых механическая функция является главной. Механическое сжатие является одним из факторов, способствующих приобретению мезенхимными клетками фенотипа хондроцитов.

Такая дифференцировка происходит, если мезенхимные клетки подвергаются сочетанному действию компрессии и понижения концентрации кислорода. Напротив, растяжение предотвращает хондрогенез, и мезенхима дифференцируется в фиброзную соединительную ткань, особенно при сочетании растяжения с повышением концентрации кислорода. Соответственно, содержание и биосинтез протеогликанов выше в глубоких слоях суставных хрящей, чем в поверхностных.

Основной причиной деструкции хряща является несоответствие между механической нагрузкой на суставной хрящ и его возможностью сопротивляться этому воздействию.

О включении механического компонента в патогенез свидетельствует локализация очагов деструкции в участках высокой нагрузки на хрящ. Г.Г. Помогайбо (1989) отмечал: «С увеличением продолжительности физической нагрузки в суставном хряще нарушается организация базофильной линии, кровеносные сосуды с напластыванием вокруг них костной ткани в виде пиков проникают вплоть до глубокой зоны». Гипокинезия, связанная с частичным выключением функции конечности при лечении переломов костей (гипсовая иммобилизация), играет ведущую роль в механизме изменений структуры суставного хряща. Длительное ограничение движений в суставе влечет уменьшение массы хрящей и понижение концентрации протеогликанов в матриксе. Н.А. Слесаренко с соавт. (1989) установили, что условия гипокинезии способствуют ослаблению трофики суставного хряща: утолщенная субхондральная пластинка создает определенную микродистанцию между подлежащими капиллярными терминалями и хрящевым покровом.

Механические факторы могут оказывать прямое действие на метаболизм хондроцитов, усиливая или угнетая синтез протеогликанов.

Одним из моментов, обусловливающих эти метаболические нарушения, является отсутствие в неподвижном суставе перемешивания синовиальной жидкости, приводящее к замедлению диффузии молекул в хрящевую ткань и, следовательно, к ухудшению питания хондроцитов.

Несомненная роль в развитии дистрофии от бездействия принадлежит и недостаточности прямой механической нагрузки на хондроциты. При иммобилизации сустава выявлены истончение, расщепление и некроз хряща. A. Trias (1971), изучая воздействие постоянного давления на суставной хрящ, установил, что дегенерация его в значительной степени является результатом неправильного распределения давления по поверхности сустава. Симптомами повреждения хряща было его прогрессирующее истончение и исчезновение «клеточной границы» хондроцитов. При этом, Crelin E. S., Southwick W. О. еще в 1960 году отмечали, что при действии постоянного давления на суставной хрящ, в его поверхностной зоне были обнаружены фигуры митоза.

В хрящах суставов, подвергаемых усиленному сжатию, содержание протеогликанов выше, чем при нормальных условиях. Работы отечественных и зарубежных исследователей показали, что основным условием успешной репарации хряща является обеспечение ранней функции сустава. J.S. Wayne с соавторами (2001) отмечали улучшение качества новообразованного хряща при восстановлении компрессии и стресса от сдвига. Механические стрессы на определенном этапе необходимы биологическим материалам для созревания и поддержания гомеостаза. В то же время механические условия - это единственный барьер для создания полезной модели изучения регенерации хряща.

# Список литературы

Гистология, цитология и эмбриология: атлас [учеб. пособие] / В.В. Гемонов, Э.А. Лаврова; под ред. члена-кор. РАМН С.Л. Кузнецова. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 168 с.: ил.

Гистология, цитология и эмбриология: Учебник для медицинских вузов.- М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2007. - 600с.; ил., табл.

<http://orgma.ru/files/Nauchnaya\_deyatelnost/Dis\_Sovet/D4/Doktorskie\_D4/Stupina\_T\_A/dissertaciya\_Stupina\_T\_A>.

<http://www.likar.info/atlas/Sinovialnyie\_soedineniya\_(sustavyi)/>