

Методические рекомендации к занятию 3.

Занятие 3. Тема: Строение и функционирование пульпо-дентинного и периапикального комплекса тканей зуба.

Общее время занятия – 135 минут

Мотивационная характеристика темы: Особые свойства пульпы зуба заслуживают серьезного внимания. Даже зрелая пульпа во многом напоминает эмбриональную соединительную ткань, однако на ее периферии есть слой высокодифференцированных специализированных клеток – одонтобластов. Окружающие пульпу твердые минерализованные ткани придают ей определенные свойства. Способность пульпы увеличиваться в объеме при вазодилатации очень органичена, поэтому она представляет собой малоподатливую систему, для которой очень важно тонкое регулирование кровотока. Пульпа также является уникальным чувствительным органом. После окончания развития пульпа сохраняет способность к формированию дентина в течение всей жизни. Это позволяет частично компенсировать утрату твердых тканей при заболевании или травме.

Важность объединения знаний о развитии, структуре и функциях пульпо-дентинного и периапикального комплексов тканей несомненна. Данные знания являются твердой биологической основой для принятия клинических решений.

Цель занятия: усвоить анатомические, гистологические и функциональные особенности пульпы и периапикальных тканей зуба в норме и при развитии патологии

Задачи занятия: Студент должен знать

- анатомио-гистологические и функциональные особенности пульпы зуба;
- строение и функционирование пульпо-дентинного и периапикального комплексов тканей;
- реакцию пульпы на кариозный процесс и стоматологические манипуляции;
- влияние на пульпу факторов старения и патологических состояний организма;

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Пульпа зуба: анатомио-гистологические и функциональные особенности.

2. Строение и функционирование пульпо-дентинного комплекса тканей зуба: морфологические зоны пульпы, метаболизм, иннервация, система кровоснабжения, репарация, кальцификация.
3. Реакция пульпы на кариозный процесс и стоматологические вмешательства. Влияние на пульпу факторов старения и патологических состояний организма.
4. Строение и функционирование периапикального комплекса тканей зуба.

Содержание учебного материала.

Пульпа зуба - сложный соединительнотканый орган с разнообразными клеточными структурами, кровеносными сосудами, нервными волокнами и рецепторным аппаратом, которые в комплексе выполняют функции, обеспечивающие жизнедеятельность зуба. В зависимости от того в какой части зуба находится пульпа, её называют коронковой или корневой. Пульпа повторяет форму полости зуба и полностью заполняет её, постепенно переходя в участке верхушечного отверстия в ткань периодонта. Между корневой и коронковой частями пульпы в многокорневых зубах существует анатомически выраженная граница в виде устьев корневых каналов. В однокорневых зубах коронковая часть пульпы без резких границ переходит в корневую. **Пульпо-дентинный комплекс** включает основные элементы пульпы и дентина на их границе: минерализованный дентин, предентин, нервные окончания, одонтобласты с ядрами, слой с малым количеством клеточных элементов, слой, богатый клетками, субодонтобластическое сплетение капилляров и нервов.

В области верхушки корня располагается отверстие, которое является границей пульпы и периодонта. **Пульпо-периапикальный** комплекс включает в себя апикальный периодонт с цементом, кортикальную пластинку и губчатую кость в апикальной части. Непосредственно после прорезывания зуба анатомическое отверстие верхушки корня соответствует физиологическому. Затем в результате отложения остеоцемента в этой области корня анатомическое отверстие отделяется от физиологического, а между ними формируется участок, который определяется как зона пульпопериодонтальной ткани. Диаметр физиологического апикального отверстия составляет 0,21-0,22 мм. Расстояние между физиологическим и апикальным отверстием – в среднем 0,5-1,0 мм. Пространство в корне зуба представлено системой каналов, которая включает основной канал, пронизывающий корень на всем протяжении, и дополнительные боковые, отделяющиеся от основного на разных уровнях, а также апикальную дельту. Корневая пульпа и её верхушечная часть имеют более сложное строение, особенно в дельтовидных разветвлениях корневого канала. По данным многих исследований, верхушечное отверстие только в 23% случаев по праву носит своё название. В остальных оно находится не на верхушке корня, а на боковой части верхушечного конуса, на расстоянии примерно 2 мм от верхушки. Корневой

канал может воронкообразно расширяться по направлению к анатомическому верхушечному отверстию. Размер дополнительных верхушечных отверстий наполовину меньше размера главного. Дельтовидные разветвления обнаруживаются в резцах в 53,5% случаев, в премолярах – в 35%, в молярах – в 80%, в нижних зубах мудрости в 58%, в верхних зубах мудрости – в 94% случаев.

По морфологическому строению пульпа представляет рыхлую соединительную ткань, в которой содержится множество клеток, межклеточного вещества, кровеносных сосудов и нервных волокон. Её особенность касается строения основного вещества и состава клеточных элементов. Межклеточное вещество пронизано сетью коллагеновых фибрилл, но лишено эластических волокон. Среди клеток пульпы имеются элементы, свойственные любой соединительной ткани (фибробласты, фиксированные макрофаги и др.), и элементы, которые встречаются только в пульпе – специализированные клетки (например, одонтобласты). Сосуды и нервы также представлены в большом количестве. Каждый из этих компонентов является относительно несжимаемым, поэтому общий объем крови в полости пульпы не может увеличиваться, хотя между артериолами и венулами могут происходить объемные взаимные изменения. Таким образом, пульпа представляет собой малоподатливую систему, для которой крайне важно тонкое регулирование кровотока.

Основное вещество пульпы представляет собой гель (жидкую коллоидную систему) и состоит из мукопротеина, гликопротеина, мукополисахаридов (гликозаминогликанов). Одним из компонентов основного вещества является фибронектин – медиатор клеточной адгезии. Гиалуроновая кислота, входящая в состав основного вещества, обуславливает его вязкость, изменение которой сказывается на тканевой проницаемости. Все виды обмена веществ пульпы протекают через основное вещество. Обменные процессы, протекающие в основном веществе, определяют физические свойства пульпы и влияют на её жизнеспособность.

Волокна пульпы. В центральном слое пульпы имеются как аргирофильные, так и коллагеновые волокна, тогда как в периферическом слое – только аргирофильные, которые оплетают капилляры. В пульпе имеются два типа ориентации волокон: диффузный и пучковый, при котором пучки фибрилл идут параллельно нервным стволам или формируют коллагеновые муфты кровеносных сосудов. Большие коллагеновые волокна чаще встречаются в стареющей пульпе. Коллагеновые волокна молодой пульпы обычно мелкие, их немного, они расположены хаотично. В стареющей пульпе видны большие пучки волокон, особенно в центральной её части. Больше всего коллагеновых волокон расположено обычно возле верхушки корня, поэтому при проведении пульпэктомии рекомендуется захватывать пульпу пульпоэкстрактором в области верхушки, что позволяет удалить её без разрывов. В любом возрасте корневая пульпа имеет большее количество волокон по сравнению с коронковой.

Основными клеточными элементами пульпы являются одонтобласты, фибробласты, малодифференцированные клетки (звездчатые, перициты), гистиоциты, фиброциты, плазмоциты, гранулоциты и др. Эти клетки размещены в пульпе неравномерно, но с определенной закономерностью, что позволяет выделить в ней три слоя:

- 1) слой одонтобластов, или периферический;
- 2) субодонтобластический, бедный клетками;
- 3) центральный, богатый клетками.

Каждый слой выполняет определенную физиологическую функцию или осуществляет ту или иную реакцию при развитии различных процессов.

Периферический слой пульпы образован специфическими клетками – одонтобластами, расположенными в 2-4 ряда. Одонтобласты имеют клеточное тело и отростки. Периферические отростки располагаются в пределах преддентина, в дентинных трубочках, и достигают дентино-эмалевого соединения. Центральные отростки (1-2) расположены в пределах пульпы. Тело клетки богато клеточными органеллами: хорошо развит аппарат Гольджи, много митохондрий, ядро содержит много хроматина несколько ядрышек. Основная функция одонтобластов связана с образованием дентина. В коронковой пульпе содержится больше одонтобластов, чем в корневой.

Субодонтобластический слой состоит из мелких малодифференцированных клеток, от которых отходят многочисленные отростки, которые тесно переплетаются между собой. Клетки размещены непосредственно под одонтобластами и заходят в промежутки между ними. Клетки этого слоя обладают способностью при необходимости трансформироваться в одонтобласты. В молодой пульпе, которая быстро формирует дентин, или в стареющей пульпе, где вырабатывается репаративный дентин, эта зона может быть не выражена.

Центральный слой пульпы состоит из фибробластов, фиброцитов, гистиоцитов, плазматических клеток, лимфоцитов, моноцитов и др. Фибробласты – самые многочисленные клетки пульпы участвуют в образовании основного вещества и коллагеновых волокон. В здоровой пульпе рядом с фибробластами находятся гистиоциты (тканевые макрофаги). Гистиоциты обладают способностью к фагоцитозу и участвуют в удалении чужеродных веществ из ткани пульпы. Гистиоциты могут активно фагоцитировать бактерии и накапливать такие вещества, как гемосидерин, гидроксид кальция и частицы амальгамы. Фиброциты в молодой пульпе встречаются редко. При старении пульпы, когда в ней скапливается много коллагеновых волокон. Фиброциты участвуют в сохранении коллагеновых волокон. Функция плазмоцитов связана с синтезом глобулинов и антител. Гранулоциты и лимфоциты выполняют

защитную функцию. Считалось, что тучные клетки отсутствуют в здоровой пульпе. В настоящее время установлено их присутствие и в невоспаленной пульпе.

Кровоснабжение пульпы зубов осуществляется ветвями внутренней верхнечелюстной артерии. К пульпе зубов верхней челюсти подходят ветви подглазничной артерии – задние верхние альвеолярные артерии. Пульпа жевательных зубов верхней челюсти кровоснабжается зубными ветвями той же артерии. Зубные ветви нижней альвеолярной артерии обеспечивают кровоснабжение зубов нижней челюсти.

Пульпа обладает довольно хорошо развитой системой кровоснабжения, анатомо-топографическое строение которой тесно связано с анатомо-топографическими особенностями полости зуба. Основной артериальный сосуд в сопровождении 1-2 вен и нескольких нервных ветвей проникают в пульпу зуба через апикальное отверстие. Дойдя до устья коронковой пульпы, распадается на артериолы и образует густую сетку капилляров. Густое сплетение мелких прекапиллярных сосудов и капилляров образовано в субодонтобластическом слое, откуда капилляры проникают к одонтобластам, оплетая их тела. Капилляры переходят в вены, которые отличаются более тонкими стенками и значительно большим диаметром, чем артерии. Вены следуют по основному ходу артерий и выходят через верхушечное отверстие корня. Между артериальными сосудами как корневой, так и корневой пульпы есть многочисленные анастомозы, а в участке верхушки – дельтовидные разветвления. Диаметр верхушечного отверстия больше диаметра сосудистого пучка, поэтому при отеке не происходит сдавления сосудов на верхушке зуба.

Есть определенные особенности васкуляризации пульпы в однокорневых и многокорневых зубах. Приносящие артериальные сосуды в корневой пульпе характеризуются магистральным типом ветвления. Этот тип демонстративен в однокорневых зубах; в молярах он нивелируется сетью артериоло-артериальных анастомозов, образующих дугообразные конструкции, связывающие артериальные коллекторы корней. Уже в корневом канале от артериол начинают отходить артериальные микрососуды, которые, анастомозируя, дают начало прекапиллярным артериолам, формирующим в свою очередь редкопетлистую капиллярную сеть.

Таким образом, зуб является уникальным примером органа, кровоснабжение которого осуществляется в условиях замкнутой полости, жестко лимитирующей число каналов поступления и оттока крови. Однако присутствие коллатералей в определенной мере увеличивает надежность артериального кровоснабжения пульпы, препятствует ее полной ишемизации при обтурации основной зубной артерии.

Иннервация пульпы. Чувствительные нервы пульпы являются ветвями тройничного нерва. Они пучками подходят к корневой пульпе через апикальное отверстие вместе с артериолами и венами. Пульпа – чувствительный орган, способный передавать информацию от своих чувствительных рецепторов в ЦНС. Независимо от характера стимуляции (например, изменения температуры, механической деформации, повреждения тканей), все афферентные импульсы из пульпы вызывают ощущения боли. Нервные пучки вместе с кровеносными сосудами проходят через корневую пульпу к коронке. По мере приближения к коронковой пульпе диаметр нервных волокон уменьшается, их направление становится тангенциальным, расходящимся в виде веера к предентину. Достигая коронковой пульпы, они веерообразно расходятся под богатой клетками зоной, делятся на более тонкие пучки и образуют сплетение отдельных нервных аксонов, называемое сплетением Рашкова. Оно имеет большое количество нервных окончаний, и наиболее выражено в участке рогов пульпы. Значительная часть нервных волокон из центрального слоя пульпы направляется через слой одонтобластов в предентин и дентин. Над слоем одонтобластов, на границе пульпы и дентина часть нервных волокон образуют надодонтобластное нервное сплетение, волокна которого разветвляются в основном в веществе предентина. В пульпе находятся различные рецепторы: в виде разветвленных кустиков, кистей и др. По дентинным отросткам одонтобластов нервные волокна могут проникать приблизительно на глубину одной трети дентина. При этом в группе передних зубов их количество больше, в жевательных; в пришеечной и околопульпарной зонах больше, чем в других участках дентина. Этим можно объяснить повышенную чувствительность и болезненность, при препарировании указанных зубов.

Для коронковой и корневой пульпы характерно общее строение, но существует ряд отличий. Так корневая пульпа содержит меньшее количество высокодифференцированных элементов и поэтому более устойчива к повреждениям. Высоккодифференцированных клеток – одонтобластов в коронковой пульпе пять слоев, а в корневой – не более двух. В коронковой пульпе превалирует клеточный фон, а в корневой – волокна, причем в коронковой пульпе меньше магистральных сосудов и нервных стволов. Корневая пульпа дополнительно получает питательные вещества по сосудам периодонта.

Функции пульпы

Ткань пульпы выполняет три основные функции: пластическую, трофическую и защитную.

Пластическая функция заключается в образовании дентина из одонтобластов. Первичный и вторичный дентин образуется на протяжении всего периода жизнедеятельности зуба. Этот процесс обусловлен физиологически. По мере образования вторичного дентина происходит постепенное уменьшение объема полости зуба и просвета корневых каналов. В ответ на нефизиологическое раздражение (например, кариес или патологическое стирание) одонтобласты образуют третичный защитный дентин – составную часть защитной реакции комплекса «пульпа-дентин» на воздействие внешних раздражителей. Третичный дентин всегда образуется на участке воздействия патологического раздражения. Если вследствие какого-либо повреждения часть слоя одонтобластов погибает, пульпа всегда способна восполнить дефект новообразовавшимися одонтобластами.

Трофическая функция обеспечивает питание дентина и поддерживает жизнедеятельность эмали зубов. Основное вещество пульпы является средой, через которую питательные вещества из крови поступают в клеточные элементы пульпы, а продукты метаболизма через ту же среду вновь попадают в венозную кровеносную сеть. В твердых тканях зуба кровеносные сосуды отсутствуют, и питание дентина коронки и корня осуществляется через отростки одонтобластов. Цемент корня зуба и частично дентин снабжаются кровью через сосудистую систему периодонта. Трофика эмали, хотя и в меньшей степени, также осуществляется через отростки одонтобластов. Одновременно неорганические и органические вещества поступают в эмаль в основном из ротовой жидкости. В случае прекращения поступления этих веществ в эмаль со стороны пульпы (например, в депульпированных зубах) устойчивость эмалевого к механическим воздействиям снижается, а цвет эмали становится тусклым и неблестящим. У людей зрелого и пожилого возраста трофическая функция пульпы снижается, что облегчает развитие различных патологических в твердых тканях зуба: стирание, образование клиновидных дефектов, эрозий и др.

Защитная, или барьерная, функция. Пульпа является биологическим заслоном, ограждающим периодонт от проникновения инфекции через корневой канал, и передатчиком раздражений, воспринимаемых поверхностью зуба. Защитная функция в пульпе осуществляется клетками ретикулоэндотелиальной системы. К клеткам этой системы относятся гистиоциты, которые при патологических процессах превращаются в подвижные макрофаги и выполняют роль фагоцитов. К ретикулоэндотелиальной системе относятся также эндотелиоциты сосудов. Защитную роль выполняют и плазмоциты – клетки, вырабатывающие антитела. Гистологическими исследованиями доказано, что фибробласты принимают участие в образовании фиброзной капсулы вокруг

патологического очага в пульпе. Фагоцитоз и внутриклеточное переваривание осуществляют нейтрофильные гранулоциты.

Влияние на пульпу зуба факторов старения и патологических состояний организма

В процессе жизнедеятельности зуб стареет, также может быть поражен кариесом, реставрированным или стертым. Все негативные воздействия на зуб вызывают в пульпе морфологические структурные изменения, так как пульпа находится в тесном контакте с дентином.

Полость зуба при старении уменьшается в размерах, особенно её корневая часть, снижаются синтетическая и энергетическая функциональная активность клеток, в первую очередь одонтобластов. С возрастом уменьшается регенерационная способность пульпы. Слой одонтобластов в зубах у лиц пожилого возраста значительно истончается. К возрастным изменениям ткани пульпы относятся уменьшение плотности фибробластов, увеличение количества коллагеновых волокон и уменьшение плотности кровеносных сосудов и нервов, появление сетчатой дистрофии и петрификации. Отмечается также кальцификация артериол, прекапилляров и их атеросклеротические изменения.

Дистрофические изменения пульпы могут иметь не только инволюционный характер. Они возникают при нанесении травмы, в процессе выздоровления после лечения, в результате стоматологических вмешательств. Указанные причины могут вызывать образование во всех областях пульпы обызвествлений, которые часто возникают вокруг кровеносных сосудов. К дистрофическим изменениям относят также появление дентиклей.

Минерализованные структуры пульпы зубов имеют различный генез и строение. Встречаются и обозначаются кальцификаты пульпы, дентикли, петрификация пульпы. В МКБ-10 они больше относятся к разделу K04.2 «Дегенерация пульпы», а не к разделу K04.3 «Неправильное формирование твердых тканей в пульпе».

Дентикли чаще образуются в коронковой пульпе. В зависимости от локализации различают свободные дентикли, прилегающие и межзубные (интерстициальные), по биологической структуре – истинные и неистинные. Свободные дентикли, встречающиеся изолированно в ткани пульпы, при усиленном образовании дентина могут срастаться с внутренней стенкой дентина (пристеночный дентикль) или располагаться интерстициально.

Истинные дентикли встречаются редко, в основном в верхушечной части корневых каналов. По структуре они напоминают первичный дентин. По химическому составу дентикли схожи с дентином.

Неистинные дентикли наблюдаются часто, локализуются в основном в коронковой пульпе. Ложные дентикли образуются за счет малодифференцированных клеток, находящихся в адвентиции сосудов. Дифференцировка низкоорганизованных дентиклей останавливается на стадии преодонтобластов, откладывающихся вокруг погибших клеток, и они не содержат дентинных трубочек. Дистрофические участки ткани пульпы образуют матрицы для откладывания концентрических слоев обызвествленной ткани.

По клиническим проявлениям дентикли и другие диффузные обызвествления асимптоматичны, при облитерации или сужении корневых каналов затрудняют эндодонтическое лечение.

Некоторые соматические заболевания влияют на клетки, волокна и основное вещество соединительной ткани пульпы. К таким состояниям относятся недостаточность витаминов С, А и D, гормональные расстройства, особенно сахарный диабет и тиреоидная недостаточность, тяжелые инфекционные заболевания, гипертоническая болезнь и др.

При действии на зуб неблагоприятных факторов в пульпе появляются изменения, которые определяются как морфологически стереотипные (вакуолизация одонтобластов, ретикулярная дистрофия, петрификация), несмотря на определенную специфичность, связанную с конкретной патологией. Петрификаты – очаговое или диффузное отложение (солевая дистрофия) минеральных солей по ходу сосудов или в очаге воспаления, когда они не утилизируются организмом и выпадают в осадок.

Задание для самостоятельной работы студентов: реферирование статей по теме занятия в научной периодической литературе, изданной в Республике Беларусь и за рубежом;

Литература:

1. Эндодонтия: учеб. пособие / Базилян, Эрнест Арамович, Волчкова, Людмила Васильевна, Лукина, Галина Ильхамовна [и др.]; под общ. ред. Э. А. Базиляна. – Москва: Гэотар-Медиа, 2023. – 153 с.
2. Харгривз, Кеннет М. Эндодонтия / Харгривз, Кеннет М., Берман, Луис Г.; веб- И. Ротштейн; науч. ред. пер. А. В. Митронин. - Москва: Гэотар-Медиа, 2022. - 1030 с.

3. Терапевтическая стоматология: учебник / О. О. Янушевич, Ю. М. Максимовский, Л. Н. Максимовская, Л. Ю. Орехова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 768 с.
4. Терапевтическая стоматология: национальное руководство / под ред. Л. А. Дмитриевой, Ю. М. Максимовского. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 888 с.
5. Васильев, В. И. Терапевтическая стоматология: учебное пособие для вузов / В. И. Васильев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 448 с.
6. Пропедевтика стоматологических заболеваний: учебник для студентов ВУЗов/ под ред. И.И.Аболмасова, А.И.Николаева. – М.: МЕДпресс-информ., 2015.