

Астана Медициналық Университеті АҚ
Стоматология және бет-жақсүек хирургия
кафедрасы

СӨЖ

Тіс пульпасының анатомиясы,
гистологиясы, физиологиясы,
қызметтері.

Орындады: Абжарова А. 501ст

Тексерген: Суманова А.М.

План:

1. Пульпа зуба, определение, функции
2. Строение пульпы зуба
3. Гистологические зоны пульпы
4. Структурные элементы пульпы
5. Обызвествленные структуры в пульпе
6. Кровоснабжение пульпы зуба
7. Лимфатические сосуды пульпы зуба
8. Иннервация пульпы зуба
9. Источники литературы

Пульпа зуба, определение, функции

- Пульпа, или мякоть зуба (pulpa dentis), представляет собой сложный соединительнотканый орган с разнообразными клеточными структурами, кровеносными сосудами, богата нервными волокнами и рецепторным аппаратом, которые в комплексе выполняют ее функции, обеспечивают жизнедеятельность зуба. Пульпа полностью заполняет полость зуба, постепенно переходя в участке верхушечного отверстия в ткань периодонта. Общие очертания пульпы определенной мерой повторяют форму и внешний рельеф зуба. Пульпа, которая содержится в полости коронки зуба, называется коронковой, в корневых каналах - корневой. Названия "коронковая пульпа" и "корневая пульпа" отражают не только анатомически распределительный характер, они имеют определенные отличия в зависимости от размещения, формы, структуры и функции этих анатомических образований. Особенно эти отличия между коронковой и корневой пульпой существенны в многокорневых зубах, где анатомически выраженная граница в виде устьев корневых каналов проявляется довольно четко, особенно при развитии в ней патологических процессов.

Пульпа выполняет ряд важных функций:

1. пластическую - участвует в образовании дентина (благодаря деятельности расположенных в них одонтобластов);
2. трофическую - обеспечивает трофику дентина (за счет находящихся в ней сосудов);
3. сенсорную (вследствие присутствия в ней большого количества нервных окончаний);
4. защитную и репаративную (путем выработки третичного дентина, развития гуморальных и клеточных реакций, воспаления).

- Живая неповрежденная пульпа зуба необходима для осуществления его нормальной функции. Хотя депульпированный зуб может в течение некоторого времени нести жевательную нагрузку, он становится хрупким и недолговечен.
- Рыхлая волокнистая соединительная ткань, составляющая основу пульпы, образована клетками и межклеточным веществом. Клетки пульпы включают одонтобласты и фибробласты, в меньшем числе - макрофаги, дендритные клетки, лимфоциты, плазматические и тучные клетки, эозинофильные гранулоциты.

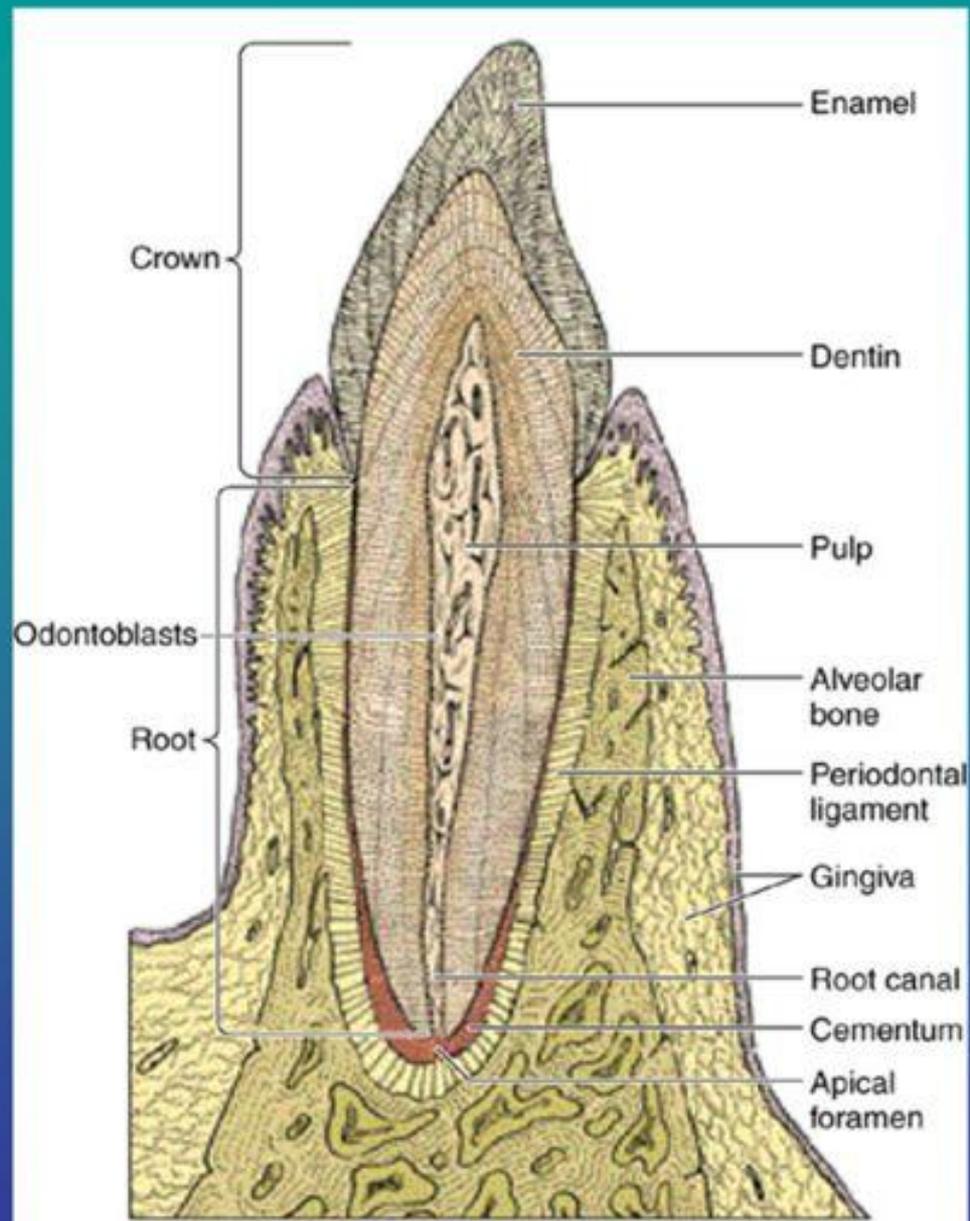
ПУЛЬПА

- Мягкая ткань, которая заполняет полость зуба и обеспечивает: трофику, иннервацию, иммунную защиту, регенерацию его тканей.

Строение: рыхлая соединительная ткань (звёздчатые фибробласты, ретикулярные волокна, незрелые коллагеновые волокна и много основного межклеточного вещества. Содержит гемокапилляры, нервные сплетения.

Делится на:

- *коронковую*
- *корневую*



Строение пульпы зуба

- Гистологические зоны пульпы
- Гистологически пульпа может быть разделена на 3 зоны:
- периферический слой - образован компактным слоем одонтобластов толщиной в 1-8 клеток, прилежащих к предентину.
- Одонтобласты связаны межклеточными соединениями; между ними проникают петли капилляров (частично фенестрированных) и нервные волокна, вместе с отростками одонтобластов направляющиеся в дентинные трубочки. Одонтобласты в течение всей жизни вырабатывают предентин, сужая пульпарную камеру;
- промежуточный (субодонтобластический) слой развит только в коронковой пульпе; его организация отличается значительной вариабельностью

В состав промежуточного слоя входят наружная и внутренняя

ЗОНЫ:

- а) наружная зона (слой Вейля) - во многих отечественных и зарубежных источниках традиционно именуется бесклеточной (cell-free zone в англоязычной и zeilfreie Zone - в немецкой литературе), что, по существу, неправильно, так как она содержит многочисленные отростки клеток, тела которых располагаются во внутренней зоне. В наружной зоне располагаются также сеть нервных волокон (сплетение Рашкова) и кровеносные капилляры, которые окружены коллагеновыми и ретикулярными волокнами и погружены в основное вещество. В новейшей немецкой литературе используется термин "зона, бедная клеточными ядрами" (zeikernarme Zone), более точно отражающий особенности строения наружной зоны.

Перитубулярный дентин
Интертубулярный дентин

Предентин

Нервные окончания

Волокна Корфа

Одонтобласт

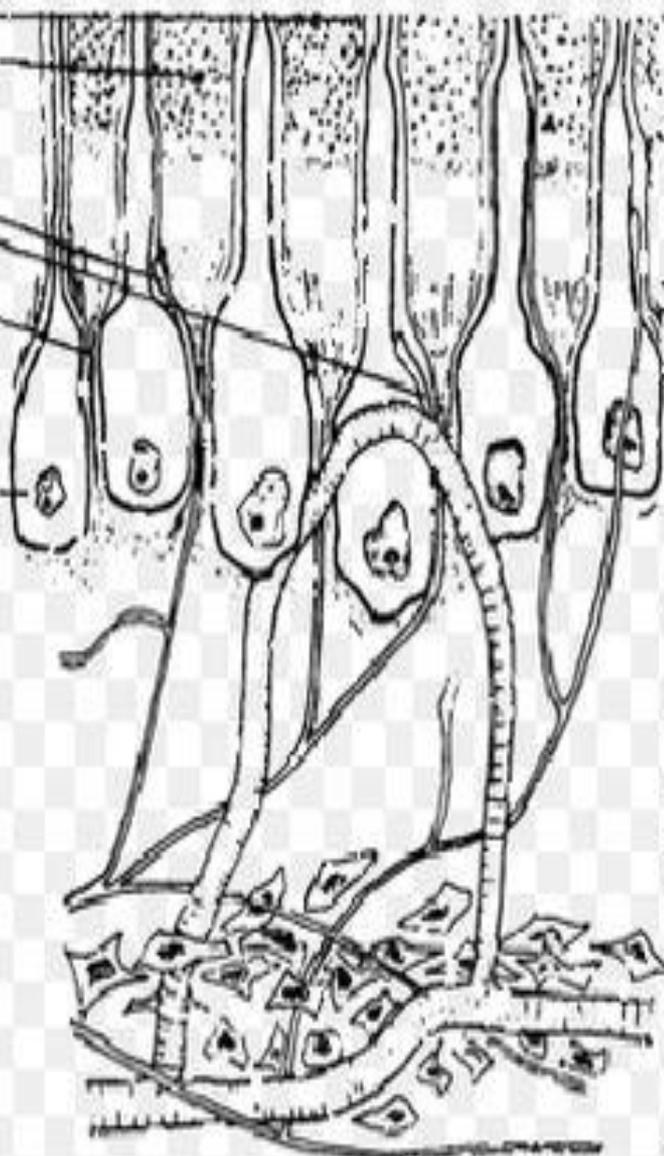
Слой Вейля

Нервное сплетение
Рашкова

Слой богатый клетками

Дентин

Пульпа



- Представления о возникновении этой зоны в результате артефакта не нашли дальнейшего подтверждения. В зубах, характеризующихся высокой скоростью образования дентина (при их росте или активной продукции третичного дентина), эта зона сужается или целиком исчезает вследствие заполнения клетками, мигрирующими в нее из внутренней (клеточной зоны);
- б) внутренняя (клеточная, правильнее - богатая клетками) зона содержит многочисленные и разнообразные клетки: фибробласты, лимфоциты, малодифференцированные клетки, преодонтобласты, а также капилляры, миелиновые и безмиелиновые волокна;
- центральный слой - представлен рыхлой волокнистой тканью, содержащей фибробласты, макрофаги, более крупные кровеносные и лимфатические сосуды, пучки нервных волокон.

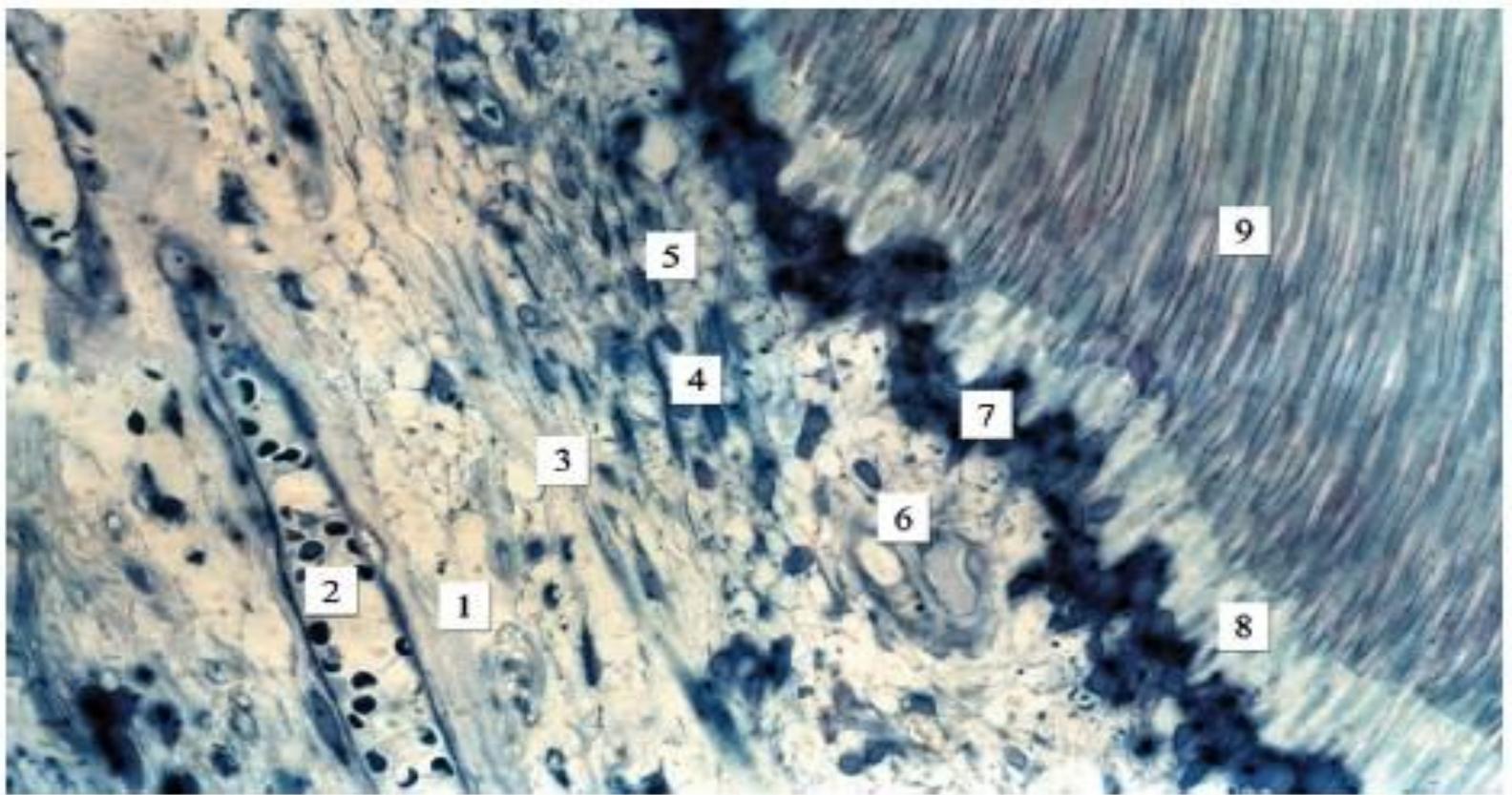


Фото 1. Пульпарно-дентинная зона интактного постоянного моляра.

Полутонкий срез. Окраска метиленовым синим. Объектив 40х

1 – зона периферического отдела центральной пульпы;

2 – собирательная венула;

3 – граница между центральной пульпой и субодонтобластическим слоем;

4 – клеточный субодонтобластический слой;

5 – дендритные /отростчатые/ макрофаги;

6 – слой Вейля;

7 – одонтобластический слой;

8 – предентин или околопульпарный дентин;

9 – околопульпарный дентин

Структурные элементы пульпы

Пульпа зуба, представляя собой соединительную ткань, состоит из клеток, волокон, аморфных субстанций и межклеточного вещества. Клетки включают фибробласты, плазмациты, гистиоциты.

- Лаброцитов (тучных клеток) в пульпе нет. Фибробласты - основные клетки соединительной ткани. Они продуцируют желатиноподобный межклеточный матрикс, в котором содержатся все компоненты пульпы, в том числе коллагеновые фибриллы, которые укрепляют этот матрикс.
- Форма клеток варьирует от фузиформной (сигароподобной) с длинными тонкими протоплазматическими отростками до звездчатой, с короткими многочисленными отростками, которые формируют сеть, контактируя с другими фибробластами.
- Их состояние зависит от возраста и витальности пульпы.



Рис. 4. Пульпа молочного зуба. Нежноволокнистая соединительная ткань, богатая фибробластами, анастомозирующими и образующими синцитий. Кровеносные сосуды умеренно полнокровны.
× 250

- Размеры и количество этих клеток могут изменяться в результате возрастных процессов, развития кариеса, эрозии, стираемости зубов или лечебных манипуляций. Плазматические - резервные (недифференцированные) клетки определяются вдоль кровеносных сосудов.
- Они способны дифференцироваться в клетки другого типа в зависимости от необходимости, например, в фибробласты. Гистиоциты - следующий тип клеток, имеющих в соединительной ткани. Активируясь, гистиоциты мигрируют в область воспаления и становятся макрофагами, т.е. фагоцитируют бактерии, инородные тела, мертвые клетки.

- Одонтобласты - специализированные высокодифференцированные клетки - являются уникальными по своей роли, как для дентина, так и для пульпы. Одонтобласты расположены слоями (палисадообразно) по периферии пульпы (см. рис. 2).
- В "молодой" пульпе обнаруживаются 6-8 таких слоев. Размеры и форма клеток могут варьировать в зависимости от локализации. В полости зуба они напоминают высокие и низкие цилиндры, кубической формы в канале и плоские у апекса.

- На срезе одонтобласты имеют полигональную форму, тесно контактируют между собой короткими отростками. Слой одонтобластов отделен от предентина четкой границей - пульподентинной линией, которая образуется как утолщение на участке соединения оболочек смежных одонтобластов.
- На срезе оно выглядит как полигональный "воротник" вокруг концов одонтобластов, обращенных к дентину. Длинные отростки одонтобластов проникают в дентинные трубочки на протяженность $1/2$ или $2/3$ их длины, не достигая эмалево-дентинного или дентинно-цементного соединения.

- Отростки омываются межклеточной жидкостью, поступающей в дентин от пульпы (дентинная лимфа). Эта жидкость движется в трубочках под действием внутрипульпарного давления и капиллярных сил. Как высокодифференцированные клетки, одонтобласты более повреждаемы, чем фибробласты.
- Кроме того, они связаны с внешней средой и, следовательно, являются первыми "живыми" структурами зуба, которые подвергаются вредным воздействиям.
- После прорезывания зуба они определяют три функции пульпо-дентинного комплекса: интра- и перитубулярную кальцификацию (склероз дентина), формирование репаративного дентина и воспаление. С этими функциями тесно связана нормальная чувствительность и гиперестезия зуба.

- Неклеточные компоненты пульпы - фибриллы - волокна: зрелые коллагеновые или молодые преколлагеновые, расположены диффузно по всей пульпе.
- Преколлагеновые (ретикулярные и аргирофильные), которые впоследствии формируют коллаген, преобладают в развивающейся молодой пульпе. Большая часть их концентрируется в бедной клетками зоне и носит название "волокон Корфа".
- В виде спирально-скрученных связок они протягиваются между одонтобластами, химически изменяясь, и появляясь в предентине как коллагеновые волокна.
- Коллаген может быть представлен или в виде отдельных волокон, или связок и больше концентрируется в корневой, по сравнению с коронковой пульпой.

- В корневой пульпе фибриллы более упорядочены, и поэтому при экстирпации она удаляется одним общим тяжем. Коллаген, как и преколлаген накапливается с возрастом. Аморфный компонент межклеточной матрицы - основная субстанция.
- Ее молекулы высоко полимерны, что обеспечивает высокую вязкость или гелеобразность.
- Основные свойства обеспечиваются мукополисахаридным комплексом - гликозаминогликанами GAG (гиалуроновая и хондроитинсерная кислоты, производные последней).
- Желатиновая основная субстанция является барьером для микроорганизмов и токсичных продуктов.

- Некоторые бактерии, такие как гемолитический стрептококк, способны продуцировать фактор (энзимразрушающий GAG, в результате снижается вязкость, отмечается локальное повышение/температуры. Оба процесса способствуют воспалению, снижая барьерную функцию желатиновой субстанции.
- Все компоненты пульпы омываются межклеточной жидкостью, в которой содержатся водорастворимые метаболиты плазмы, такие как аминокислоты, соли, витамины, гормоны, ферменты, кислород. Они проходят через полупроницаемую мембрану - сосудистую/стенку.
- Продукты жизнедеятельности клеток в свою очередь могут поступать в вены или лимфатическую сеть.
- Большое количество воды, которое содержит основное вещество, уменьшается с возрастом. Клетки не могут получать достаточно питательных средств, снижают способность к размножению или репарации.
- В результате отмечается вакуолизация, пикноз ядер, количество клеток уменьшается на фоне роста коллагеновых ассоциаций.

Обызвествленные структуры в пульпе

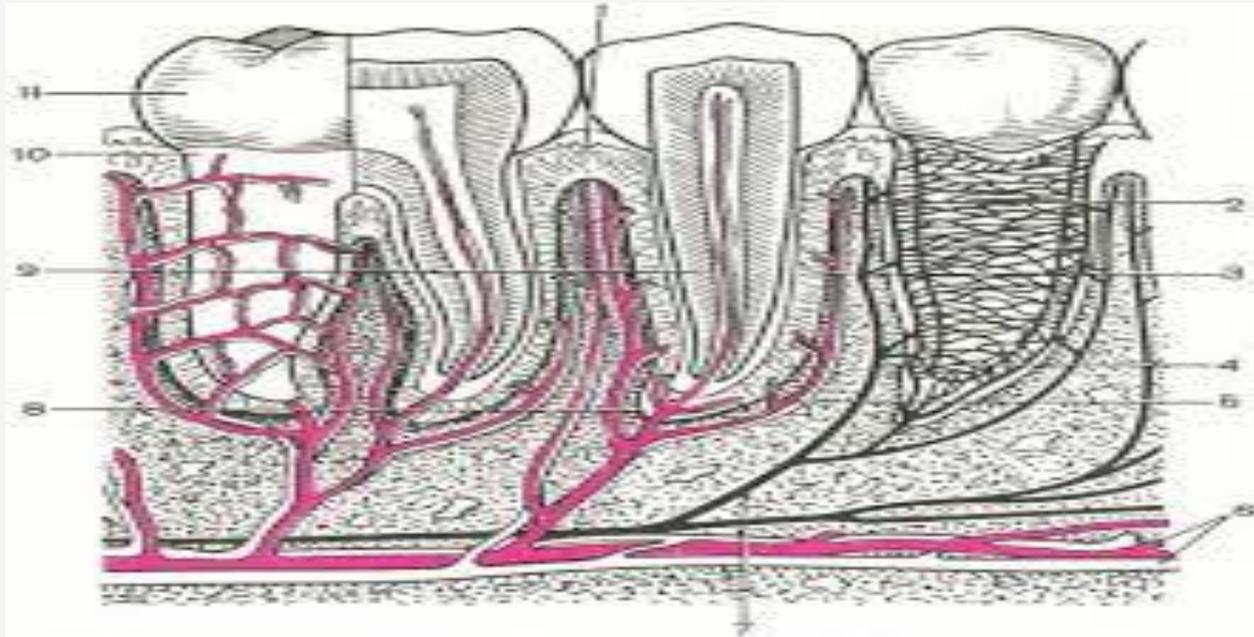
С возрастом увеличивается частота формирования в пульпе обызвествленных структур (кальцификатов), которые у пожилых выявляются в 90 % зубов, но могут встречаться и у молодых. Обызвествленные образования имеют характер диффузных или локальных отложений солей кальция. Большая их часть (более 70 %) сосредоточена в корневой пульпе. Диффузные участки обызвествления (петрификаты) обычно обнаруживаются в корне по периферии нервных волокон и сосудов, а также в стенке последних и характеризуются слиянием мелких участков отложения кристаллов гидроксиапатита. Локальные обызвествления носят название дентиклей. Дентикли - округлые или неправильной формы обызвествления переменных размеров (до 2- 3 мм), лежащие в коронковой или корневой пульпе. Иногда своей формой они повторяют пульпарную камеру. По расположению в последней дентикли подразделяются на свободные (со всех сторон окруженные пульпой), пристеночные (соприкасаются со стенкой пульпарной камеры) и интерстициальные, или замурованные (включенные в дентин). На поверхности многих дентиклей обнаруживают крупные участки резорбции.

- Истинные (высокоорганизованные) дентикли - участки гетеротопического отложения дентина в пульпе - состоят из обызвествленного дентина, по периферии окружены одонтобластами, как правило, содержат дентинные трубочки. Источником их формирования считают преодонтобласты, превращающиеся в одонтобласты под влиянием неясных индуцирующих факторов.
- Ложные (низкоорганизованные) дентикли встречаются в пульпе значительно чаще истинных. Они состоят из концентрических слоев обызвествленного материала, откладывающегося обычно вокруг некротизированных клеток и не содержащего дентинных трубочек.

- Дентикли могут быть одиночными или множественными, они способны спаиваться друг с другом, образуя разнообразные по форме конгломераты. В некоторых случаях в результате быстрого роста или слияния они становятся столь крупными, что вызывают облитерацию полости рта, просвета основного или дополнительного корневых каналов.
- Дентикли встречаются в интактных зубах молодых здоровых людей, но чаще они возникают вследствие общих обменных нарушений, в частности, при старении или местных воспалительных процессах. Особенно активно они формируются при некоторых эндокринных заболеваниях (например, болезни Кушинга), при болезнях пародонта, после препарирования тканей зуба. Сдавливая нервные волокна и сосуды, дентикли и петрификаты могут вызывать боли, расстройства микроциркуляции, однако обычно они развиваются бессимптомно.
- Располагаясь в устье корневых каналов, дентикли нередко сужают и маскируют их. Перечисленные изменения способствуют снижению репаративных возможностей пульпы.

Кровоснабжение пульпы зуба

- Пульпа характеризуется очень развитой сосудистой сетью и богатой иннервацией. Сосуды и нервы пульпы проникают в нее через апикальное и добавочное отверстия корня, образуя в корневом канале сосудисто-нервный пучок.



- В корневом канале артериолы отдают боковые ветви к слою одонтобластов, причем их диаметр уменьшается в направлении коронки. В стенке мелких артериол гладкие миоциты располагаются циркулярно и не образуют сплошного слоя. В пульпе выявлены все элементы микроциркулярного русла. В коронке артериолы образуют аркады, от которых берут начало более мелкие сосуды.
- В пульпе обнаружены капилляры различных типов. Капилляры с непрерывной эндотелиальной выстилкой численно преобладают на фенестрированными и характеризуются наличием активного вакуолярного и, в меньшей степени, микропиноцитозного транспорта. В их стенке присутствуют отдельные перициты, которые располагаются в расщеплениях базальной мембраны эндотелия.

- Капилляры 8-10 мкм отходят от коротких терминальных участков артериол - метартериол (прекапилляров) диаметром 8-12 мкм, которые содержат гладкие миоциты лишь в области прекапиллярных сфинктеров, регулирующих кровенаполнение капиллярных сетей. Последние выявляются во всех слоях пульпы, но особенно хорошо развиты в промежуточном слое пульпы (субодонтобластическое капиллярное сплетение), откуда капиллярные петли проникают в слой одонтобластов.
- Фенестрированные капилляры составляют 4-5 % общего числа капилляров и располагаются преимущественно вблизи одонтобластов. Поры в цитоплазме эндотелиальных клеток фенестрированных капилляров имеют диаметр, в среднем, 60-80 мкм и закрыты диафрагмами; перициты в их стенке отсутствуют. Присутствие фенестрированных капилляров связывают с необходимостью быстрого транспорта метаболитов к одонтобластам при формировании предентина и его последующем обызвествлении. Капиллярная сеть, окружающая одонтобласты, особенно сильно развита в период активного дентиногенеза. По достижении окклюзии и замедлении образования дентина капилляры обычно несколько смещаются в центральном направлении.

- Кровь из пульпарного капиллярного сплетения через посткапилляры оттекает в вены, тонкие стенки мышечного типа (содержат в стенке гладкие миоциты) диаметром 100-150 мкм, следующие по ходу артерий. Как правило, вены располагаются в пульпе центрально, тогда как артериолы занимают более периферическое положение. Нередко в пульпе можно обнаружить триаду, включающую артериолу, вену и нерв. В области верхушечного отверстия диаметр вен меньше, чем в коронке.
- Кровоснабжение пульпы обладает рядом особенностей. В пульпарной камере давление составляет 20-30 мм рт. ст., что значительно выше, чем внутритканевое давление в других органах. Это давление колеблется в соответствии с сокращениями сердца, однако его медленные изменения могут происходить и независимо от артериального давления. Объем капиллярного русла в пульпе может существенно варьировать, в частности, в промежуточном слое пульпы имеется значительное количество капилляров, однако большая их часть в состоянии покоя не функционирует. При повреждении быстро развивается гиперемическая реакция вследствие заполнения этих капилляров кровью.

- Кровоток в сосудах пульпы осуществляется быстрее, чем во многих других органах. Так, в артериолах скорость кровотока составляет 0,3-1 мм/с, в венулях - около 0,15 мм/с, а в капиллярах - около 0,08 мм/с.
- В пульпе имеются артериоловенулярные анастомозы, осуществляющие прямое шунтирование кровотока. В состоянии покоя большая часть анастомозов не функционирует; их деятельность резко усиливается при раздражении пульпы. Активность анастомозов проявляется периодическим сбросом крови из артериального русла в венозное при соответствующих резких перепадах давления в пульпарной камере. С деятельностью этого механизма связывают периодичность болей при пульпите.

Лимфатические сосуды пульпы зуба

- Лимфатические капилляры пульпы начинаются как мешковидные структуры диаметром 15-50 мкм, расположенные в ее периферическом и промежуточном слоях. Они характеризуются тонкой эндотелиальной выстилкой с широкими межклеточными более 1 мкм щелями и отсутствием базальной мембраны на большем протяжении. От эндотелиальных клеток в направлении окружающих структур отходят длинные выросты. В цитоплазме эндоцитов встречаются многочисленные микропиноцитозные пузырьки. Капилляры окружены тонкой сетью ретикулярных волокон. При отеке пульпы (обычно в связи с ее воспалением) лимфоотток усиливается, что проявляется увеличением объема лимфатических капилляров, резким расширением щелей между эндотелиальными клетками и падением содержания микропиноцитозных пузырьков.
- Из лимфатических капилляров лимфа оттекает в мелкие тонкостенные собирательные лимфатические сосуды неправильной формы, которые сообщаются друг с другом.

Иннервация пульпы зуба

- В апикальное отверстие корня проникают толстые пучки нервных волокон, содержащие от нескольких сотен (200-700) до нескольких тысяч (1000-2000) миелиновых и безмиелиновых волокон. Последние преобладают, составляя, по разным оценкам, до 60-80 % общего числа волокон. Часть волокон могут проникать в пульпу зуба через добавочные каналы.
- Пучки нервных волокон сопровождают артериальные сосуды, образуя сосудисто нервный пучок зуба, и ветвятся вместе с ними. В корневой пульпе, однако, лишь около 10 % волокон образуют терминальные ветвления; большая их часть в виде пучков достигают коронки, где они веерообразно расходятся к периферии пульпы.

- Расходящиеся пучки имеют сравнительно прямой ход и постепенно истончаются в направлении дентина. В периферических участках пульпы (внутренней зоне промежуточного слоя) большинство волокон утрачивают миелиновую оболочку, ветвятся и сплетаются друг с другом. Каждое волокно дает не менее восьми терминальных веточек. Их сеть образует субодонтобластическое нервное сплетение (сплетение Рашкова), располагающееся кнутри от слоя одонтобластов. В сплетении присутствуют как толстые миелиновые, так и тонкие безмиелиновые волокна.
- От сплетения Рашкова отходят нервные волокна, которые направляются к наиболее периферическим отделам пульпы, где они оплетают одонтобласты и заканчиваются терминалами на границе пульпы и предентина, а часть из них проникают в ден-тинные трубочки. Нервные терминалы имеют вид округлых или овальных расширений, содержащих микропузырьки, мелкие плотные гранулы и митохондрии. От внешней клеточной мембраны одонтобластов многие терминалы отделены лишь щелью шириной 20 нм. Большинство нервных окончаний в области расположения тел одонтобластов считают рецепторами. Их число максимально в области рогов пульпы. Раздражение этих рецепторов, независимо от природы действующего фактора (тепло, холод, давление, химические вещества), вызывает боль. Вместе с тем, описаны и эффекторные окончания с многочисленными синаптическими пузырьками, митохондриями и электронно-плотным матриксом.

- Волокнистые структуры пульпы - коллагеновые и преколлагеновые волокна (аргирофильные). В корневой части пульпы расположено много волокон и мелких клеточных образований.
- После завершения формирования зуба происходит постоянное сокращение размеров пульпарной камеры вследствие непрерывного отложения вторичного и периодического отложения третичного дентина. Поэтому в пожилом возрасте пульпа зуба занимает значительно меньший объем, чем в молодом. Более того, в результате неравномерного отложения третичного дентина происходит изменение формы пульпарной камеры по сравнению с первоначальной, в частности, сглаживаются рога пульпы. Указанные изменения имеют клиническое значение: глубокое препарирование дентина в области пульпарных рогов менее опасно в пожилом возрасте, чем в молодом. Избыточное отложение дентина на крыше и дне пульпарной камеры в пожилом возрасте может затруднить нахождение каналов.



С возрастом происходит уменьшение числа клеток во всех слоях пульпы (до 50 % исходного); в периферическом слое одонтобласты из призматических превращаются в кубические, причем их высота снижается вдвое. Уменьшается число рядов этих клеток, и у пожилых людей они часто лежат в один ряд. В одонтоблестах при старении падает содержание органелл, участвующих в синтетических процессах, и секреторных гранул; одновременно нарастает количество аутофагических вакуолей. Межклеточные пространства расширяются. Синтетическая активность фибробластов также снижается, а фагоцитарная - увеличивается.

- Содержание коллагеновых волокон нарастает, прогрессивно увеличиваясь с возрастом. В пульпе зубов у пожилых людей оно почти в три раза выше, чем у молодых. Коллаген, вырабатываемый фибробластами при старении пульпы, характеризуется измененным химическим составом и сниженной растворимостью. Кровоснабжение пульпы ухудшается за счет редукции микроциркуляторного русла, в особенности элементов субдонтобластического сплетения. При строении отмечаются регрессивные изменения нервного аппарата зуба: происходит утрата части безмиелиновых волокон, демиелинизация и гибель миелиновых волокон. Снижается экспрессия ряда нейропептидов, в особенности, ПСКГ и вещества Р. С этим, отчасти, связывают возрастное снижение чувствительности пульпы. С другой стороны, возрастные изменения иннервации пульпы сказываются на регуляции ее кровоснабжения.

Источники литературы

1. Гистология под ред. В.Г. Елисеева, Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. 1983г. Стр. 439.
2. Лекции по гистологии ВолгГМУ
3. **Название:** Анатомия зубов человека.
Авторы: Гайворонский И.В., Петрова Т.Б.
4. **Клиническая анатомия зубов человека - Горбунова И.Л. - Учебное пособие**