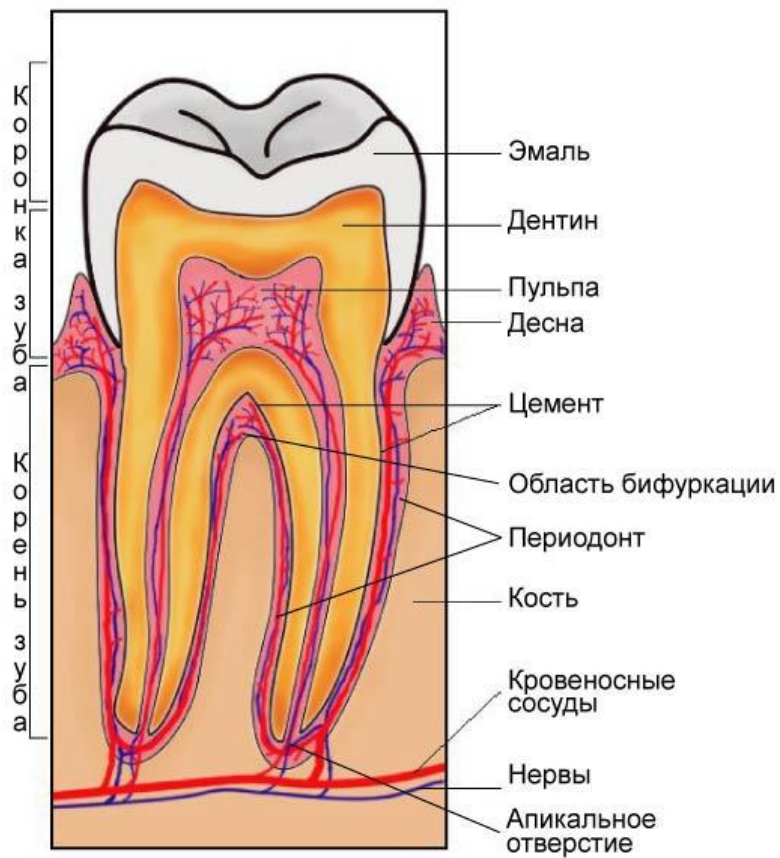


Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Ивановская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

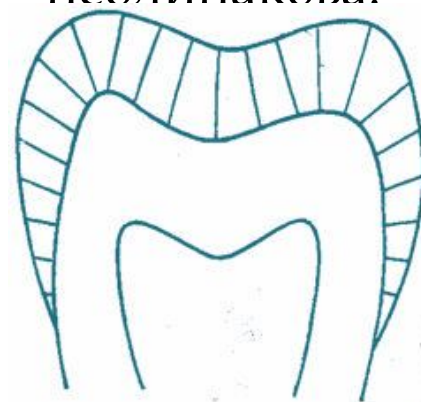
Кафедра биохимии



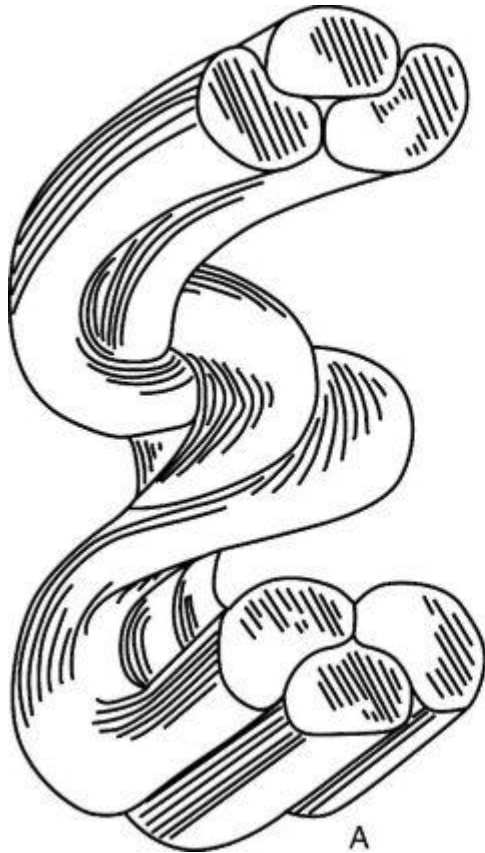
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И МЕТАБОЛИЗМА ТКАНЕЙ ЗУБА



Эмаль - самая **твердая** ткань организма человека, покрывающая коронку зуба. Толщина эмали на разных поверхностях зуба не одинакова.



СТРУКТУРА ЭМАЛИ



Основной структурный компонент –
ЭМАЛЕВЫЕ ПРИЗМЫ

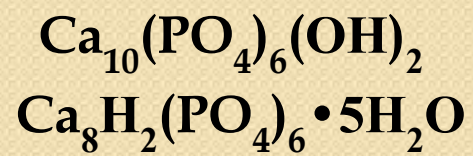
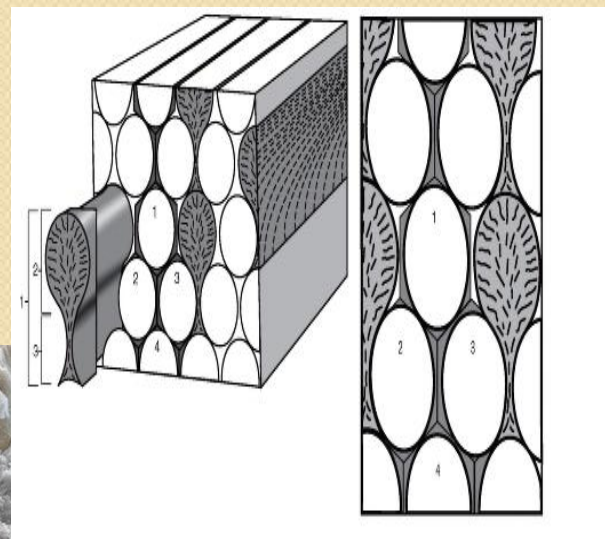
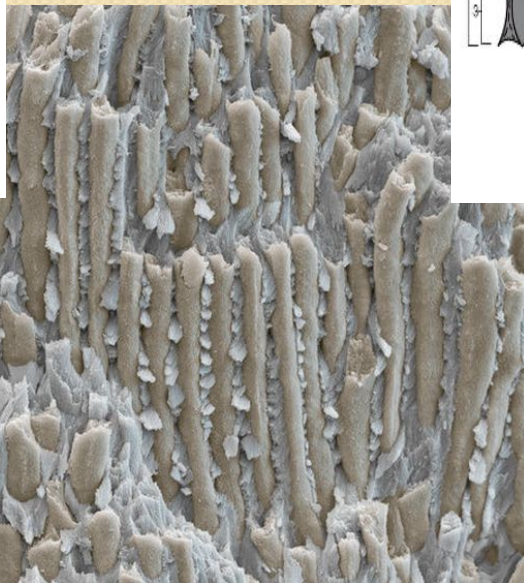
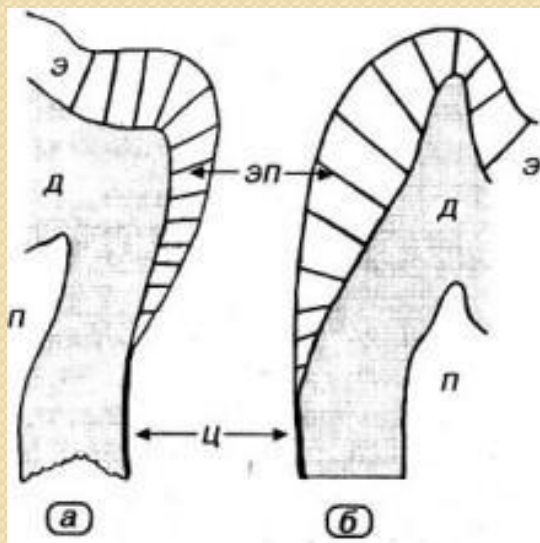
Длина призмы превышает толщину
эмали.

Призмы концентрируются в пучки,
образуя S-подобные изгибы.

Диаметр – 4-6 мкм.

Общее число на зуб – 5 – 12 млн.

ЭМАЛЕВЫЕ ПРИЗМЫ

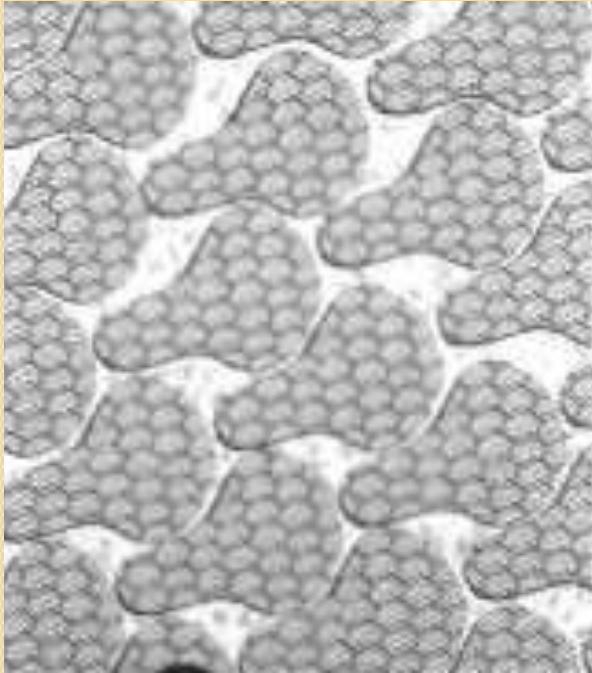


ВИДЫ ЭМАЛИ

- призменная эмаль
- межпризменная эмаль
 - ✓ локализована между эмалевыми призмами
 - ✓ кристаллы гидроксиапатита расположены под прямым углом к кристаллам, формирующим призмы
 - ✓ меньшая степень минерализации
- беспризменная эмаль

внутренний слой эмали вдоль дентино-эмалевой границы

МЕЖПРИЗМАТИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО



**Развитие кариозного
процесса:**

Поражение **периферической**
части призм

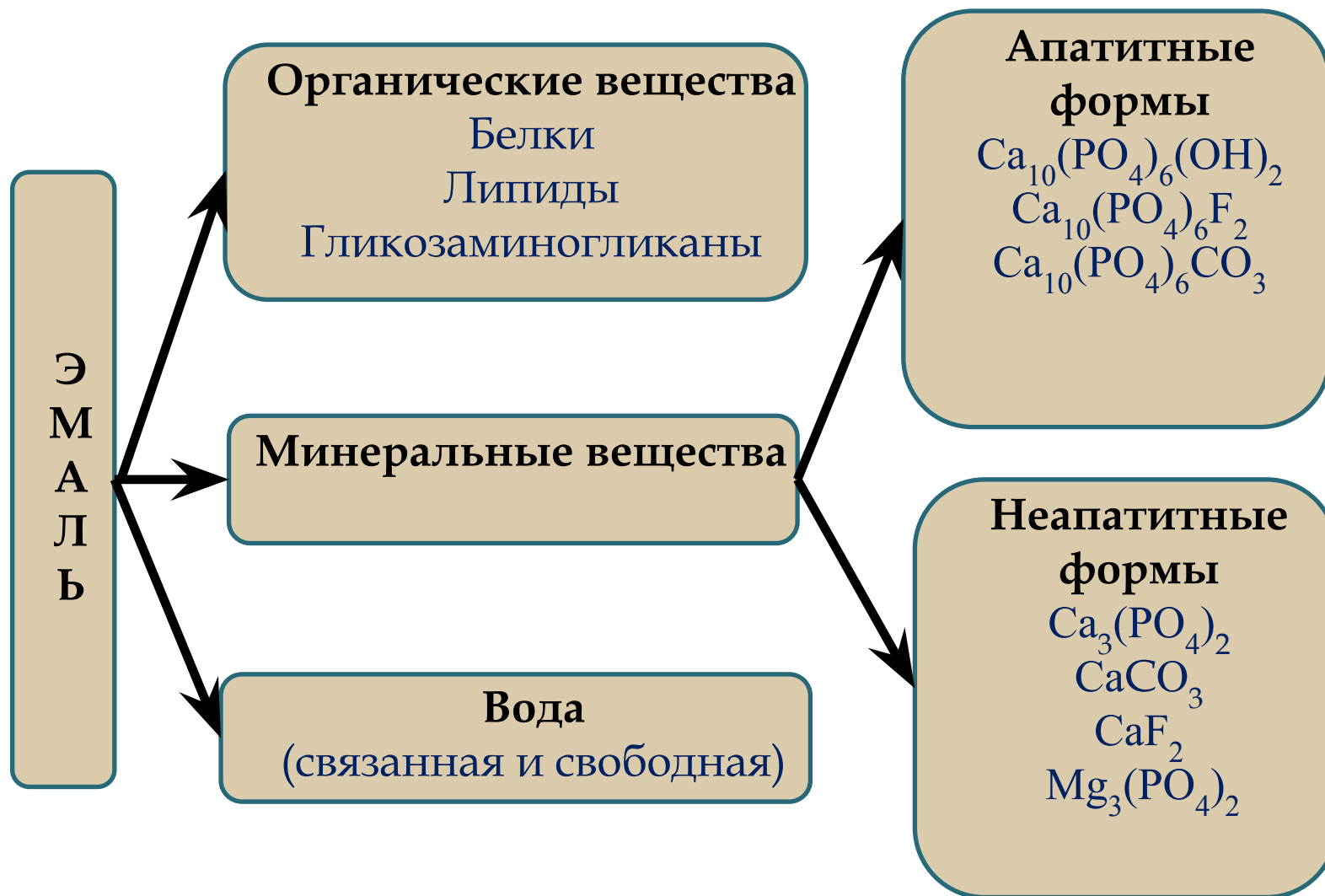


Поражение
межпризматического
пространства



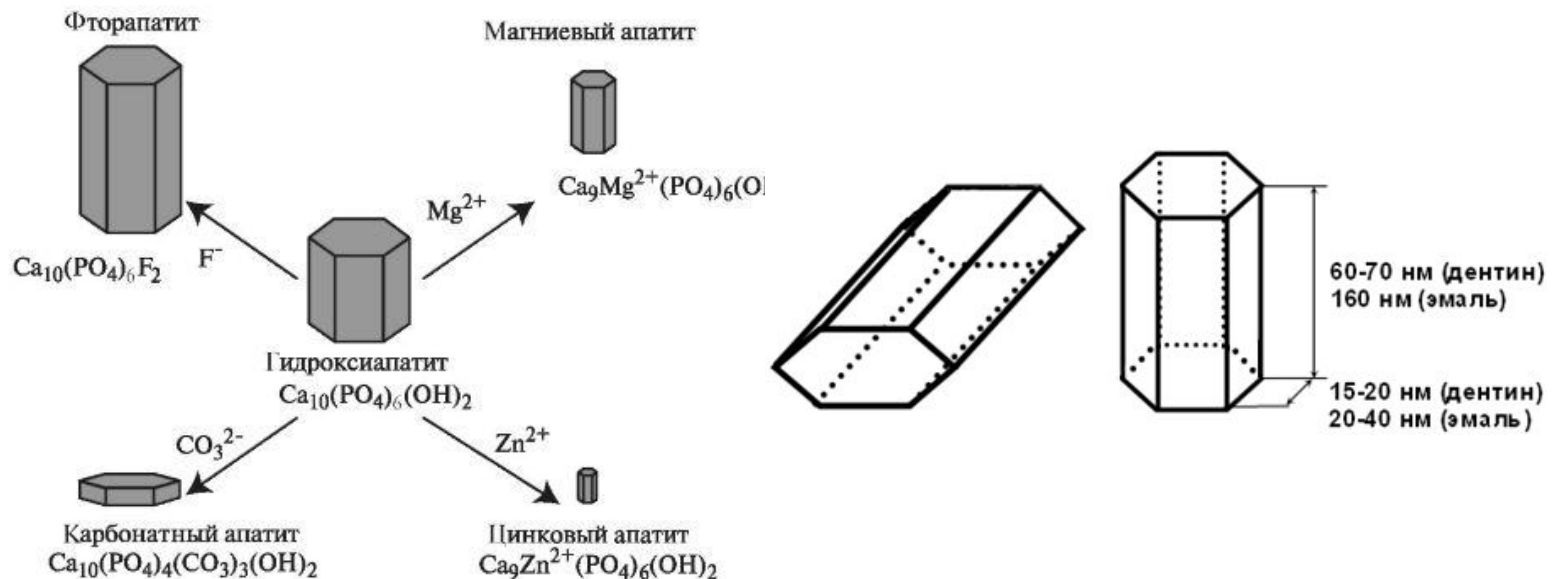
Поражение **центральной**
части призм

СОСТАВ ЭМАЛИ



НЕОРГАНИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ ЭМАЛИ

АПАТИТ	СТРОЕНИЕ
Гидроксиапатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
Карбонатный апатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3$
Хлорный апатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$
Фторапатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$
Стронциевый апатит	$\text{SrCa}_9(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$



НЕОРГАНИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ ЭМАЛИ

Свойства эмали зависят от соотношения Ca/P.

Оптимальное соотношение $\text{Ca/P} = 1,67$.

Чем оно больше, тем выше её резистентность к кислотному разрушению.

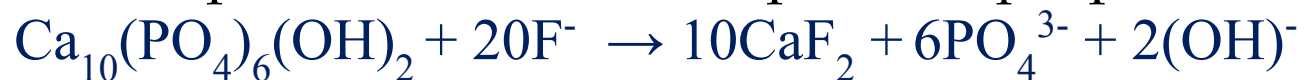
ФТОРАПАТИТ -

наиболее кариесрезистентный апатит эмали.

При низких концентрациях фтора



При высоких концентрациях фтора



ОРГАНИЧЕСКИЙ МАТРИКС ЭМАЛИ

- ✓ составляет 1,2% вещества эмали
- ✓ тесно связан с кристаллами солей
- ✓ обеспечивает рост и ориентацию кристаллов
- ✓ по мере созревания сохраняется в виде тончайшей белковой сетки

БЕЛКИ ЭМАЛИ:

тафтелин

энамелин

амелогенин

БЕЛКИ ЭМАЛИ

ТАФТЕЛИН

- ✓ 338 аминокислот
- ✓ β -структура
- ✓ роль сигнального белка
 - ✓ белок дифференциации и проамелобластов

ЭНАМЕЛИН

- ✓ 3 этапа жизни:
 - высокомолекулярный (внешний слой эмали),
 - большой энамелин,
 - низкомолекулярный энамелин (глубокие слои эмали)
- ✓ содержит много СЕР и ГЛУ
- ✓ нуклеатор минерализации
- ✓ формирует центр кристалла
- ✓ определяет позицию и ориентацию кристалла

АМЕЛОГЕНИН

- ✓ 216 аминокислот
- ✓ общий фрагмент с энамелином
- ✓ наличие постоянного мотива ГЛН-ГЛН-ПРО-МЕТ-МЕТ-ПРО
- ✓ несколько этапов созревания
- ✓ регулирует рост и размер кристалла
 - ✓ нуклеатор кристаллизации

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ В ЭМАЛИ

Амелогенез включает 3 стадии:

- I. Стадия секреции и первичной минерализации – энамелобласты выделяют органическую основу, которая сразу подвергается минерализации.
- II. Стадия созревания (вторичной минерализации) – дальнейшее обызвествление путём удаления большей части органического матрикса.
- III. Стадия конечного созревания (третичной минерализации) – завершение минерализации после прорезывания зубов.

ПЕРВИЧНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭМАЛИ

Присоединение кальция и фосфата
к гамма-карбоксильным и спиртовым группам
радикалов аминокислот энамелина
(амелогенина)



Формирование длинных и тонких кристаллов
гидроксиапатитов



Встраивание кристаллов в органический матрикс
параллельно друг другу

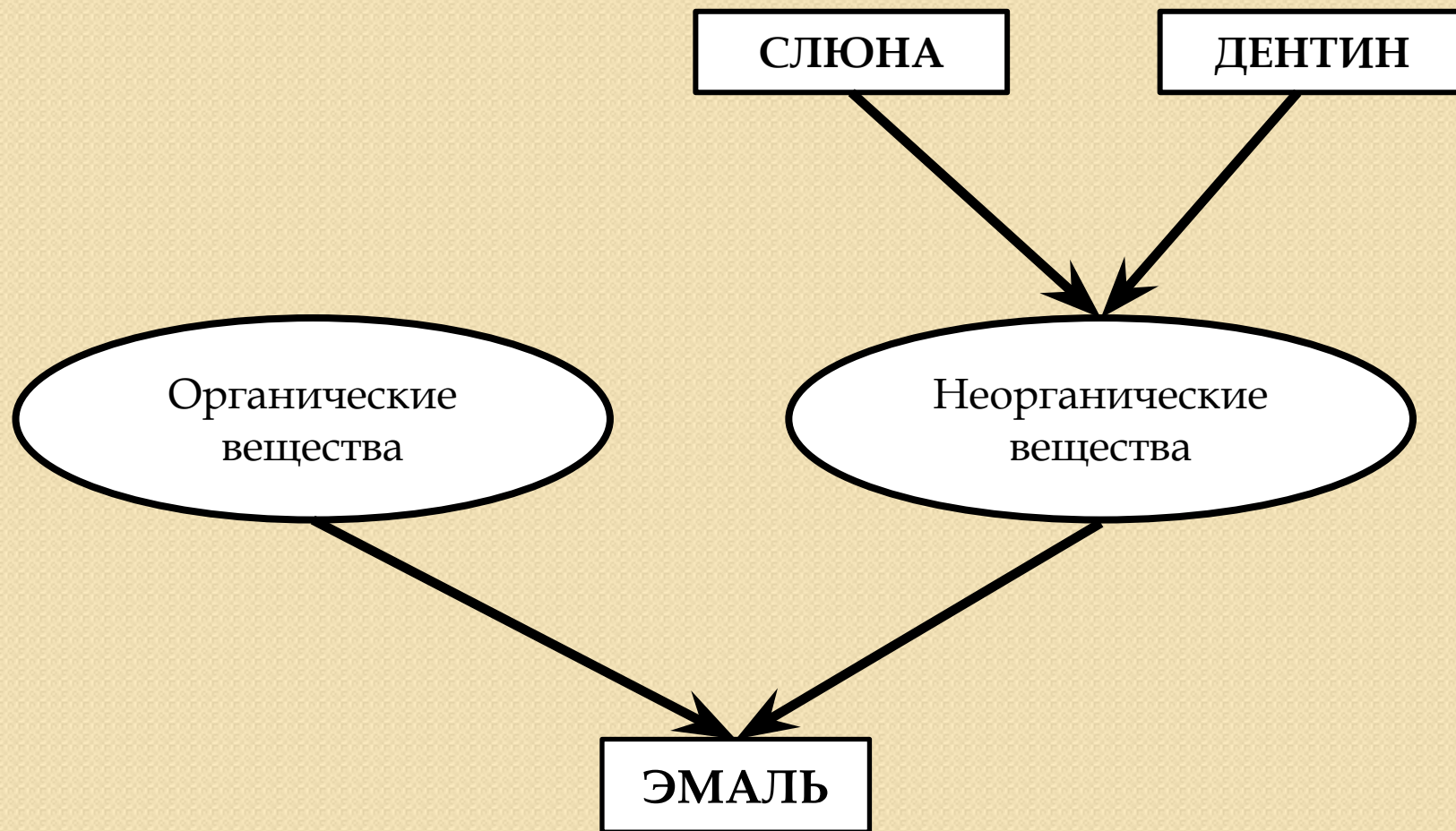


Утолщение кристаллов и формирование плоских
шестиугольных призм



Формирование первичной незрелой эмали

ВТОРИЧНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭМАЛИ



ПРОНИЦАЕМОСТЬ ЭМАЛИ

Основной путь поступления веществ –
простая и облегченная диффузия.

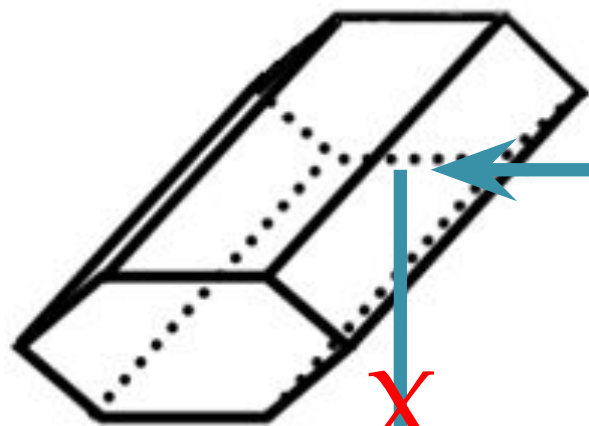
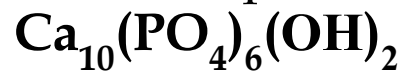
Проницаемость эмали зависит от:

- 1) размеров микропространств, заполненных водой в структуре эмали
- 2) размера иона или размера молекулы вещества
- 3) градиента концентрации ионов
- 4) способности этих ионов или молекул связываться с компонентами эмали.

ИЗОИОННЫЕ ЗАМЕЩЕНИЯ

Роль слюны в поддержании постоянства эмали

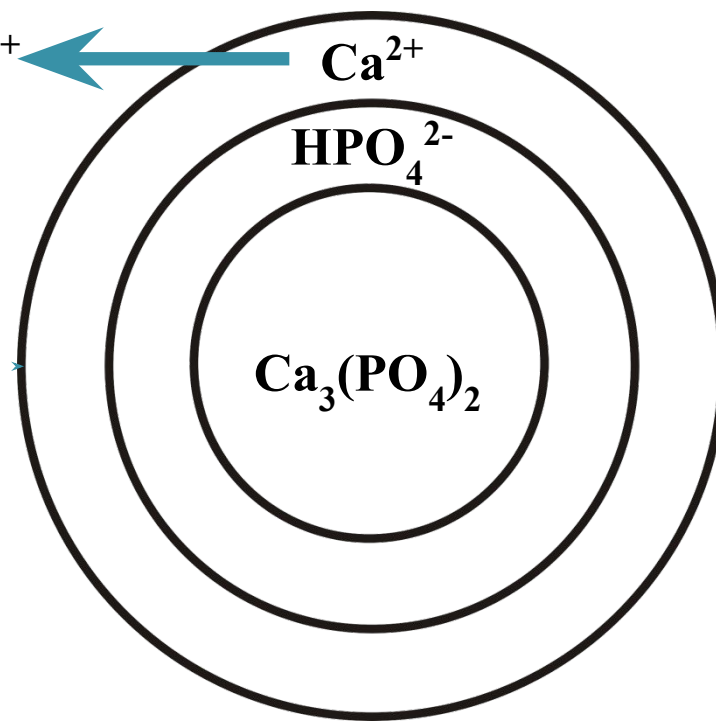
Кристалл гидроксиапатита



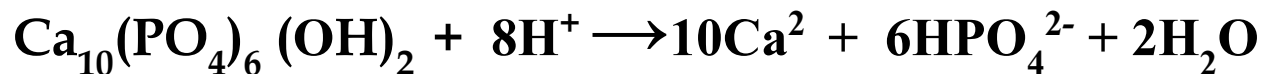
X



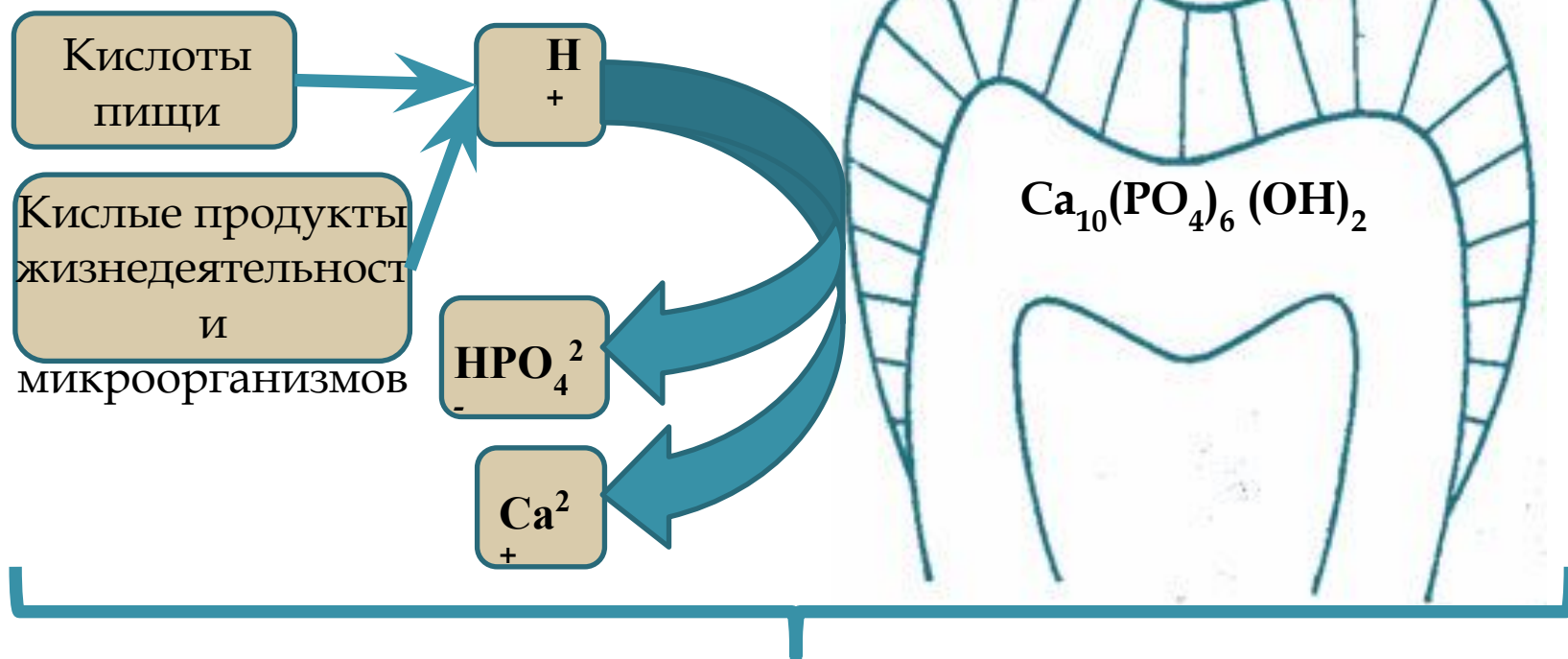
Мицелла слюны



ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭМАЛИ

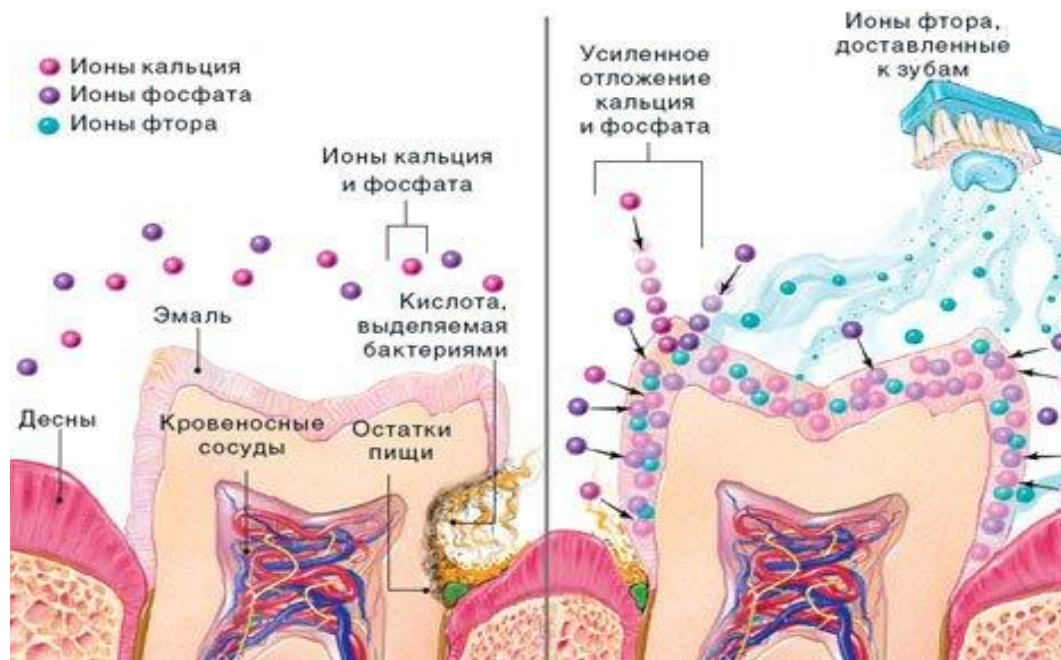


нерастворимые
соединения



РЕМИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭМАЛИ

Реминерализация –
переотложение минералов,
потерянных эмалью,
способствующее
частичному
восстановлению плотности
повреждённой эмали.





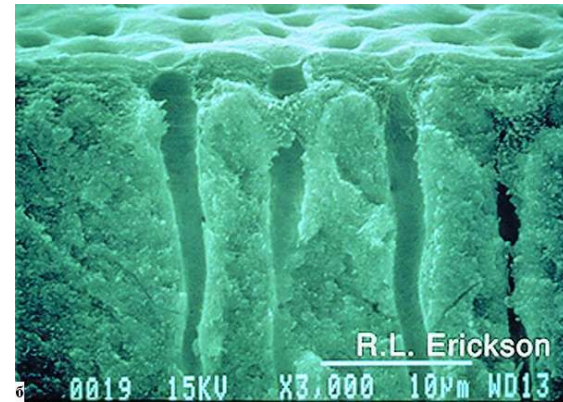
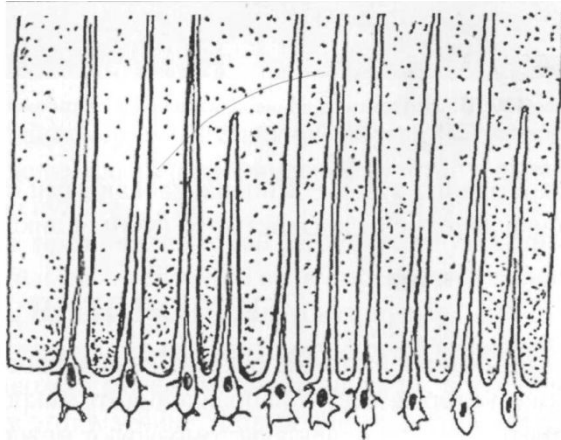
**Продолжение
следует...**

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**

ДЕНТИН

- обызвествлённая ткань зуба, оставляющая его основную массу и определяющая его форму
- в области коронки покрыт эмалью, в области корня – цементом
- крепче кости и цемента, но 4-5 раз мягче эмали
- состоит из межклеточного вещества, пронизанного дентиновыми канальцами
- по сравнению с эмалью содержит больше воды и органического матрикса .

ДЕНТИННЫЕ ТРУБОЧКИ



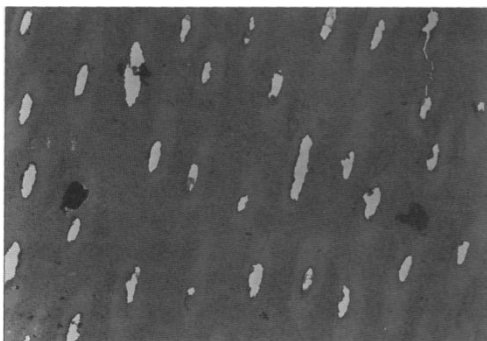
Выделяют 2 главные структурные единицы:

- ✓ основное вещество
- ✓ дентинные трубочки, которые начинаются от пульпо-дентинной границы и заканчиваются вблизи эмалево-дентинного соединения.

Диаметр дентинных трубочек достигает 2-5 мкм, сужаясь по направлению от центра зуба к эмалево-дентинному соединению.

В дентинных канальцах содержатся отростки специфических клеток-одонтобластов, тела которых расположены по периферии пульпы

ДЕНТИННЫЕ ТРУБОЧКИ



Дентинные трубочки на поперечном шлифе имеют округлую или овальную форму. Края их неровные, как следствие процессов де- и реминерализации, в которых участвует околотрубочковый дентин

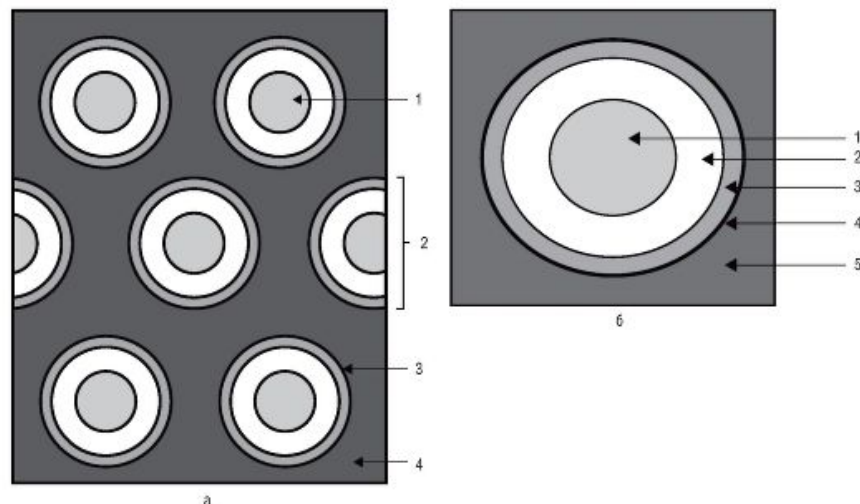


Схема строения дентина:

а - дентинные трубочки, перитубулярный и интертубулярный дентин: 1 - отросток одонтобласта; 2 - дентинная трубочка; 3 - перитубулярный дентин; 4 - интертубулярный дентин;

б - строение дентинной трубочки: 1 - отросток одонтобласта; 2 - периодонтобластическое пространство; 3 - мембрана Неймана; 4 - перитубулярный дентин; 5 - интертубулярный дентин

ДЕНТИННАЯ ЖИДКОСТЬ

- ✓ транссудат периферических капилляров пульпы
- ✓ по белковому составу сходна с плазмой крови
- ✓ содержит гликопротеины и фибронектин
- ✓ служит важным путём поступления различных веществ из пульпы к дентино-эмалевой границе

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДЕНТИНА



ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ДЕНТИНА

95% **коллаген
I типа**

5% **неколлагеновы
е
белки**

- ✓ костный сиалопротеин
- ✓ матриксный белок
дентина-1
- ✓ остеопонтин
- ✓ дентинфосфопротеин
- ✓ дентинсиалопротеин

Много

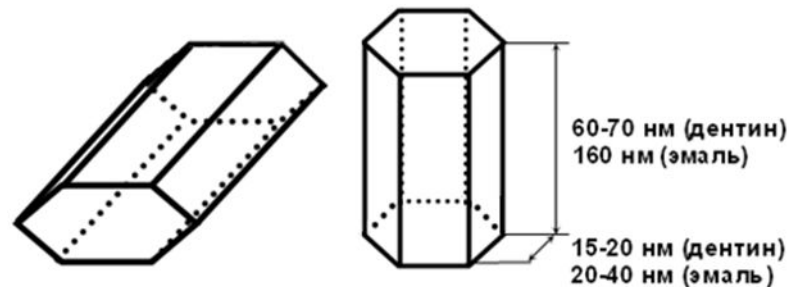
ПРОТЕОГЛИКАНОВ

(хондроитин-4-сульфат, хондроитин-6-сульфат),
ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ,
ЛИПИДОВ.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

ДЕНТИНА

Минеральная основа - кристаллы



Кристаллы откладываются в виде зёрен и комочков, которые сливаются в шаровидные образования - **калькосфериты**

АПАТИТ	СТРОЕНИЕ
Гидроксиапатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
Карбонатный апатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3$
Хлорный апатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$
Фторапатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$

МНОГО МАГНИЯ, КАРБОНАТОВ и ФТОРА!

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ДЕНТИНА

АПАТИТ	СТРОЕНИЕ
Гидроксиапатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
Карбонатный апатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3$
Хлорный апатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$
Фторапатит	$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$

Общая формула апатитов:



где

A – Ca, Sr, Ba, Cd, Pb...

B – P, As, V, Cr, Si...

C – F, OH, Cl, CO₃...

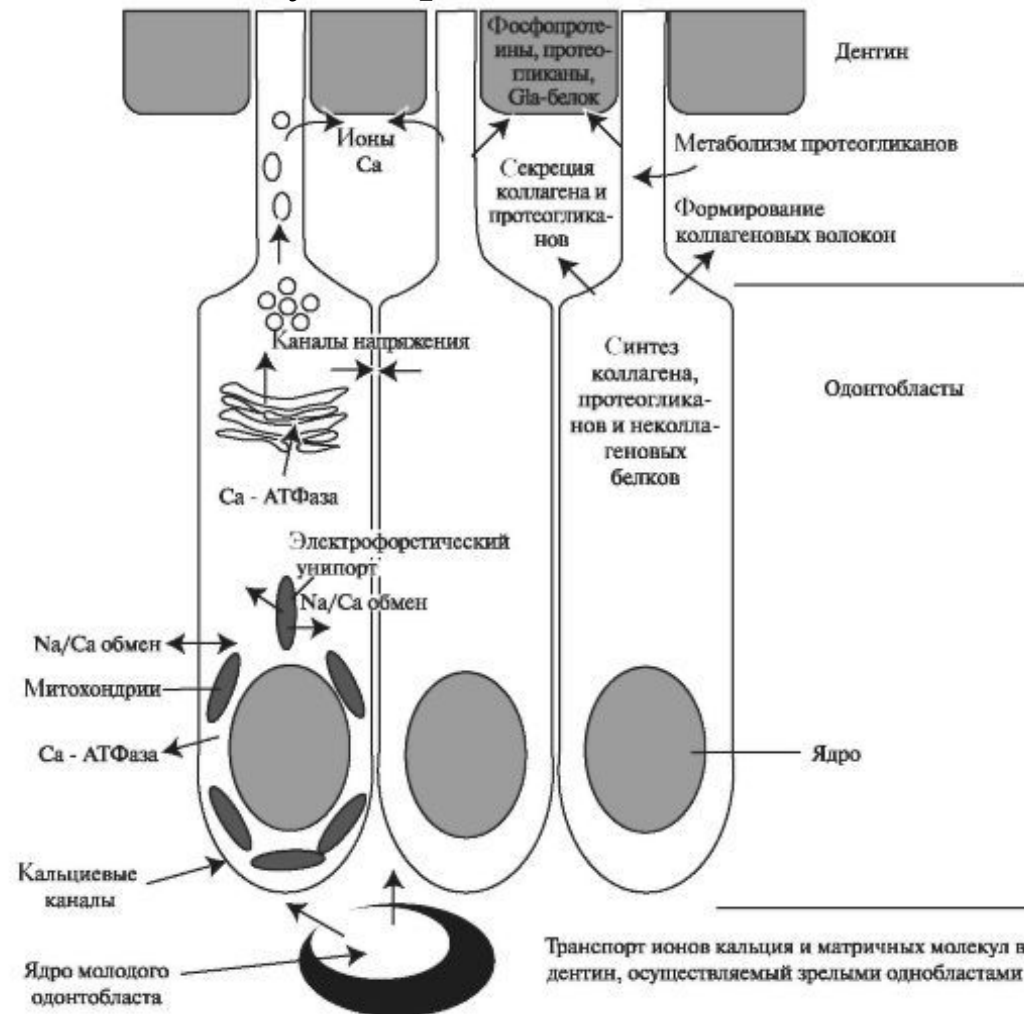
В составе дентина – минимум 41 элемент таблицы Д.И.Менделеева.
Количество элементов зависит от характера питания и содержания
во внешней среде.

ВИДЫ ДЕНТИНА

Виды дентина	Характерные особенности
ПЕРВИЧНЫЙ	Образуется в период формирования и прорезывания зуба
ВТОРИЧНЫЙ (регулярный вторичный дентин, физиологический вторичный дентин)	Образуется в сформированном зубе после прорезывания и является продолжением первичного дентина. Меньшая скорость образования. Менее упорядочен. Меньшая минерализация. Трубочки малочисленны и более узкие.
ТРЕТИЧНЫЙ (иррегулярный вторичный дентин, репаративный дентин)	Образуется в ответ на действие патогенных факторов. Формируется более или менее локально. Неравномерно и слабо минерализован. Характеризуется неправильным ходом или отсутствием трубочек.

ДЕНТИНОГЕНЕЗ

Образование дентина и поддержание его состава неразрывно связано с пульпой зуба. Вместе эти ткани формируют дентино-пульпарный комплекс.



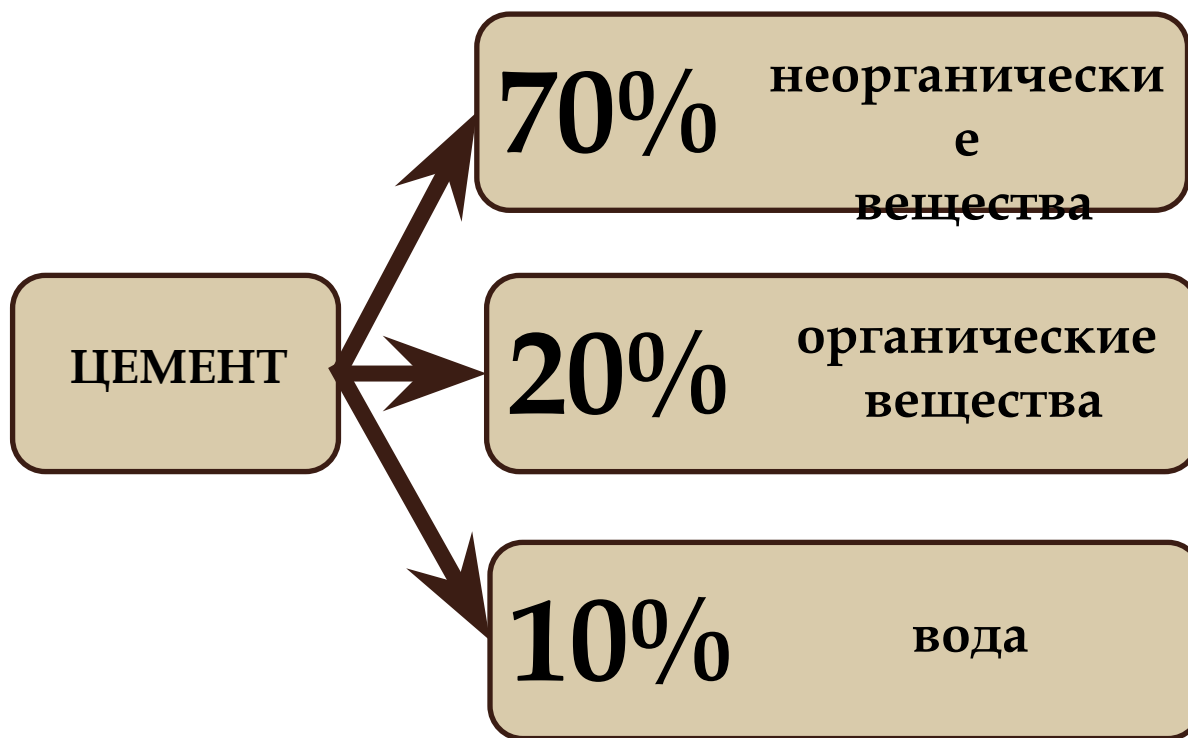
ЦЕМЕНТ

- обызвествлённая ткань зуба
- лишен сосудов
- не подлежит постоянной перестройке
- покрывает корни и шейку зубов
- толщина минимальна в области шейки (20-50 мкм) и максимальна на вершшке корня (100-1500 мкм)

ФУНКЦИИ ЦЕМЕНТА:

1. Входит в состав поддерживающего аппарата зуба и обеспечивает прикрепление волокон периодонта к зубу.
2. Защищает дентин корня от повреждающих влияний.
3. Выполняет репаративные функции во время образования резорбционных лакун и при переломе корня.
4. Обеспечивает сохранение общей длины зуба, откладываясь в области вершшки корня и компенсируя стирание эмали вследствие её изнашивания.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЦЕМЕНТА



ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ЦЕМЕНТА

90%

**коллаген
I типа**

5%

**коллаген
III типа**

5% неколлагеновые белки

- ✓ костный сиалопротейн – участвует в процессах минерализации и превращении прецементобластов в цементобласты
- ✓ остеопонтин – регулирует миграцию клеток в период цементообразующей активности
- ✓ специфический цементосвязывающий белок – способствует адгезии и перемещению мезенхимальных клеток
- ✓ фибронектин - связывании периодонтальных волокон с цементом зуба.
- ✓ ундулин - обеспечивают связывание этого белка с интерстициальными коллагенами и коллагеном I типа, участвует в развитии и дифференцировке клеток
- ✓ ламинин

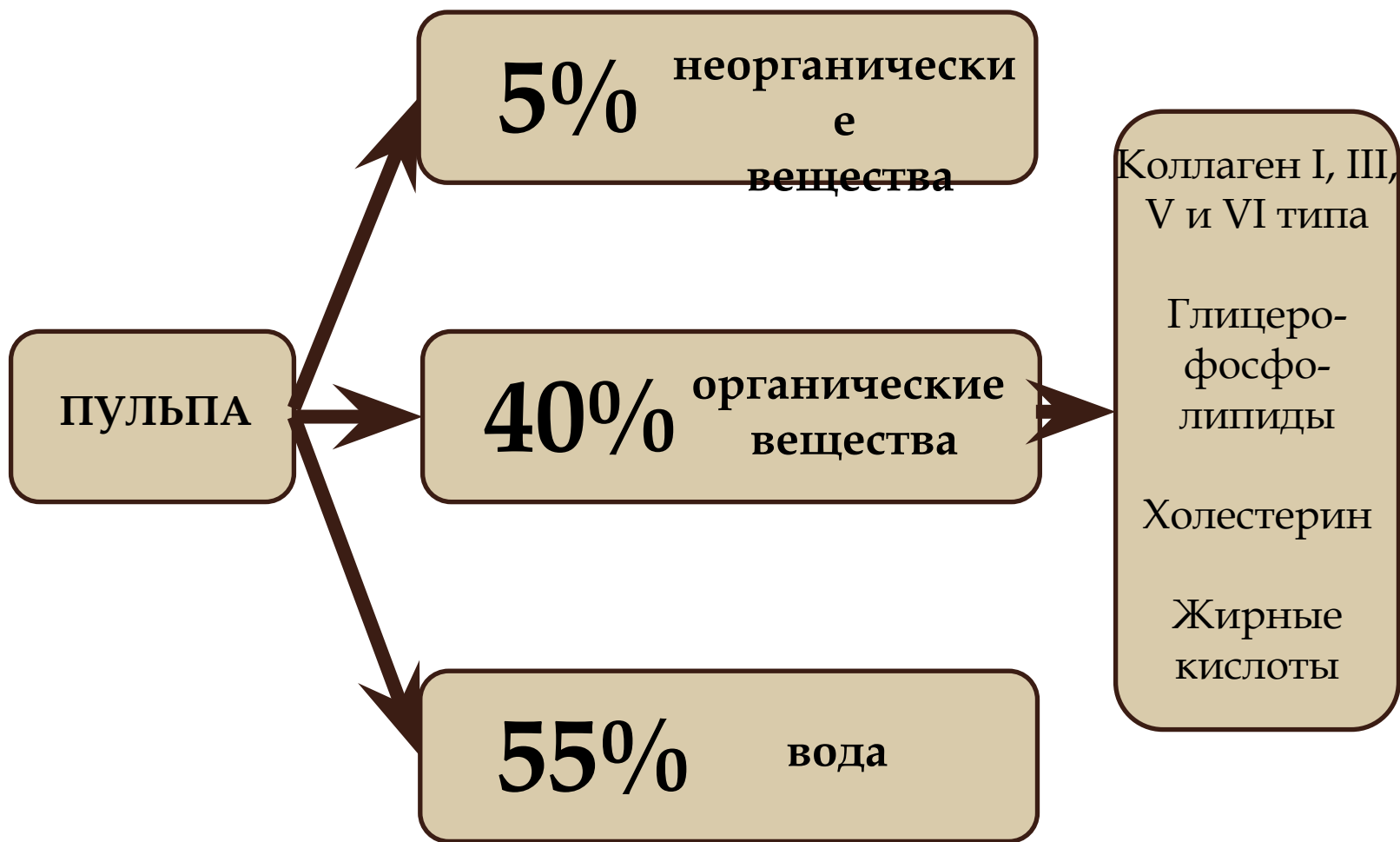
ПУЛЬПА

- рыхлая волокнистая соединительная ткань зуба
- богата сосудами
- богата иннервацией

ФУНКЦИИ ПУЛЬПЫ:

1. ПЛАСТИЧЕСКАЯ – синтез дентина, коллагена, протеогликанов, фибронектина, образование вторичного дентина.
2. ТРОФИЧЕСКАЯ – обеспечивает транспорт метаболитов к одонтобластам.
3. СЕНСОРНАЯ
4. ЗАЩИТНАЯ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПУЛЬПЫ



КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ПУЛЬПЫ

Одонтобласты

- ✓ соединены различными видами межклеточных контактов
- ✓ выполняют барьерную функцию
- ✓ обеспечивают избирательное прохождение ионов и низкомолекулярных веществ.
- ✓ осуществляют синтез коллагена
- ✓ инициируют минерализацию дентина
- ✓ осуществляется доставка питательных компонентов к твёрдым тканям зуба
- ✓ содержат в мембране особые белки: *виментин* и *нестин* - адгезивные белки, *клатрин* - обеспечивает транспорт деградируемых или фрагментированных молекул внутриклеточного матрикса

Фибробласты

- ✓ синтез компонентов самой пульпы - коллагена и кислых ГАГ



**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**