

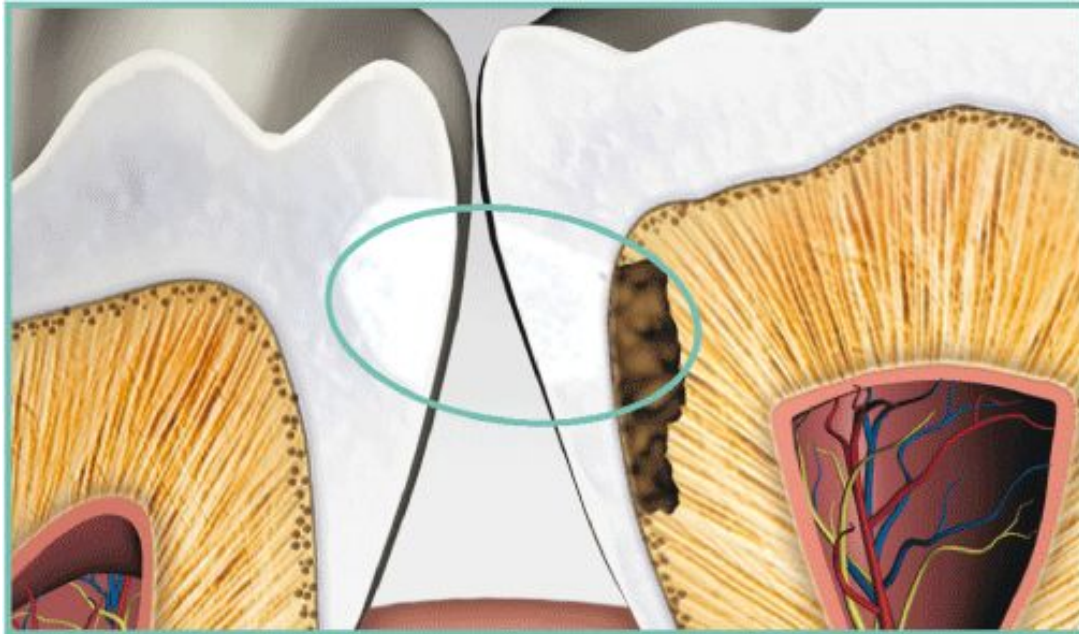
# Этиология кариеса.



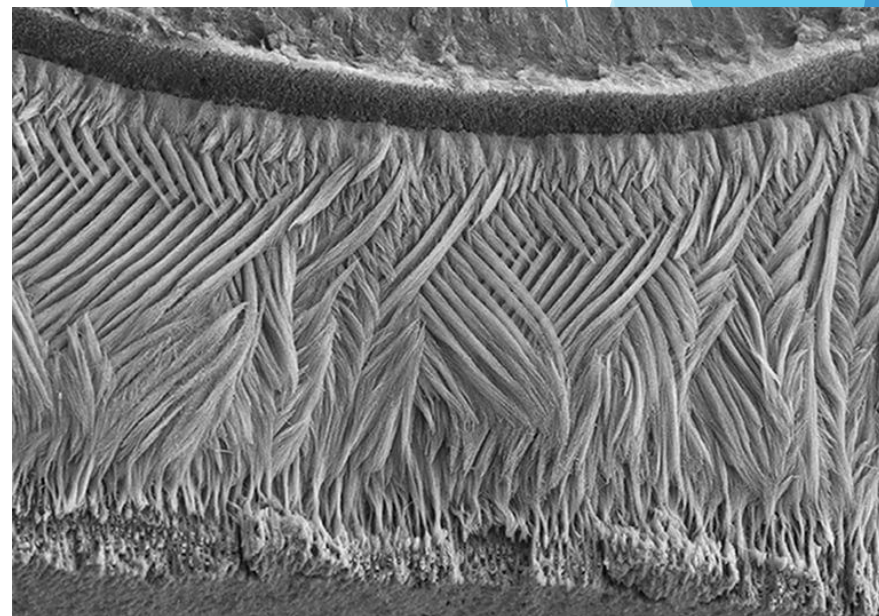
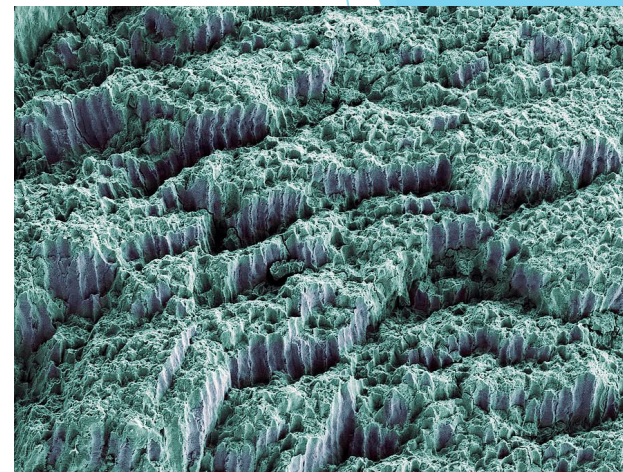
# ▶ **ФАКТОРЫ, предрасполагающие к развитию кариеса зубов:**

- ▶ **Экологические факторы окружающей среды** (количество фтора и других микроэлементов, поступающих в организм; работа в зонах радиационного заражения; работа на кондитерском производстве, на химических заводах);
- ▶ **Генетические факторы;**
- ▶ **Перенесённые и сопутствующие заболевания**, влияющие на характер слюноотделения и микрофлору полости рта;
- ▶ **Особенности строения и физиологии ротовой полости** (качество и количество слюны, структура кристаллов эмали);
- ▶ **Особенности питания;**
- ▶ **Навыки и привычки ухода за полостью рта;**
- ▶ **Степень мотивации** к сохранению стоматологического здоровья;
- ▶ **Информированность, мотивация к поддержанию здоровья в целом** и здоровья полости рта в частности.
- ▶ **ВСЕ ЭТИ КОМПОНЕНТЫ ОЧЕНЬ ИНДИВИДУАЛЬНЫ, НО ВО МНОГОМ ОНИ ОПРЕДЕЛЯЮТ ТАКТИКУ ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ КАРИЕСА**

# УСЛОВИЯ В ПОЛОСТИ РТА, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЮ И РАЗВИТИЮ КАРИЕСА

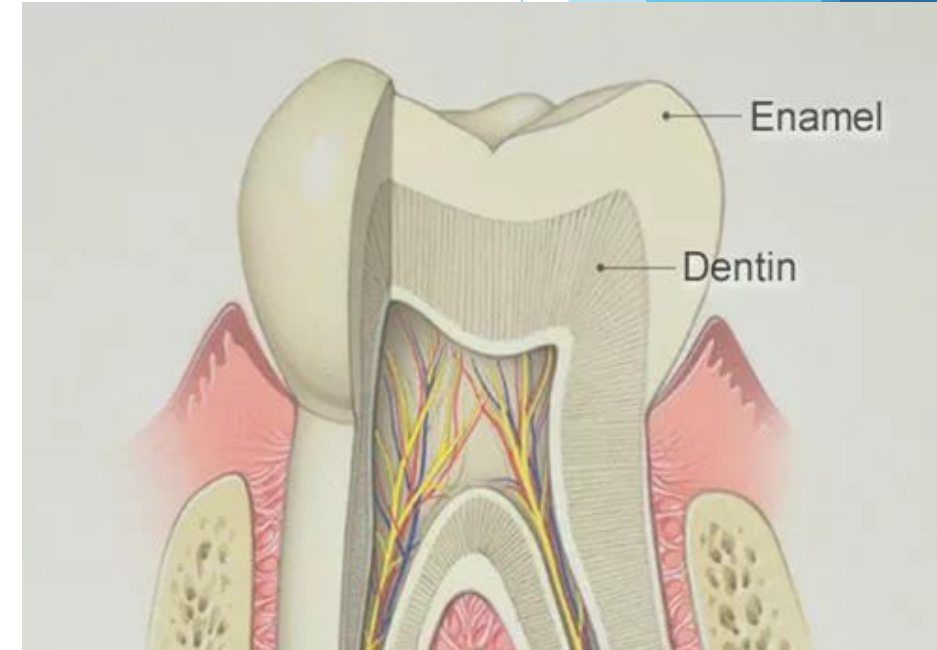


# 1. Эмаль зуба

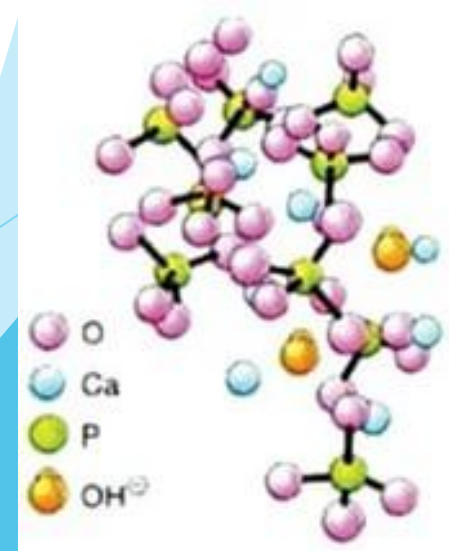


# Эмаль зуба

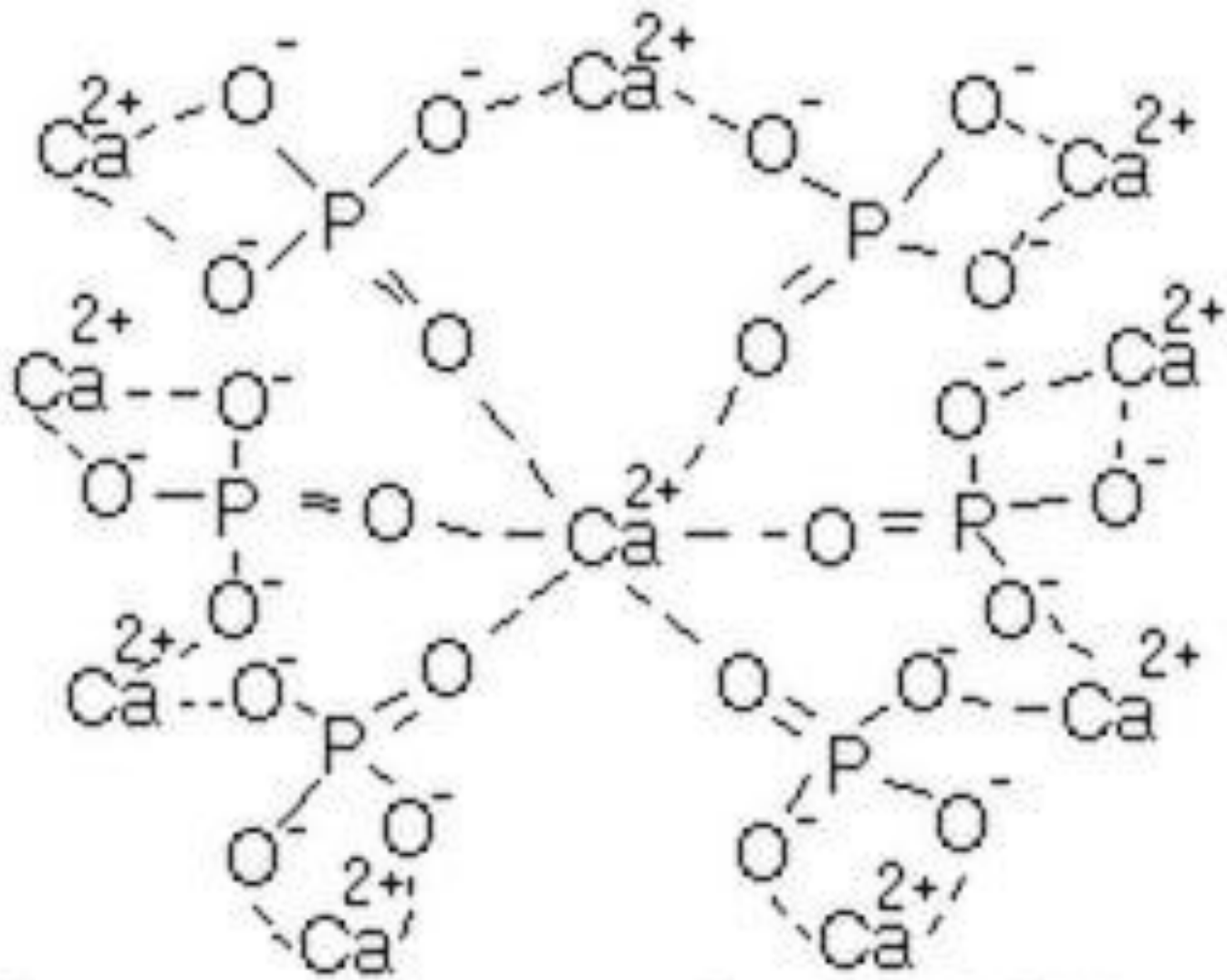
- ▶ Эмаль (enamelum), покрывающая коронку зуба, – **самая минерализованная и твёрдая ткань в организме человека.**
- ▶ 95% минеральной основы эмали составляют кристаллы апатитов
- ▶ 2% – органические вещества
- ▶ 4% воды в свободном и связанном виде.



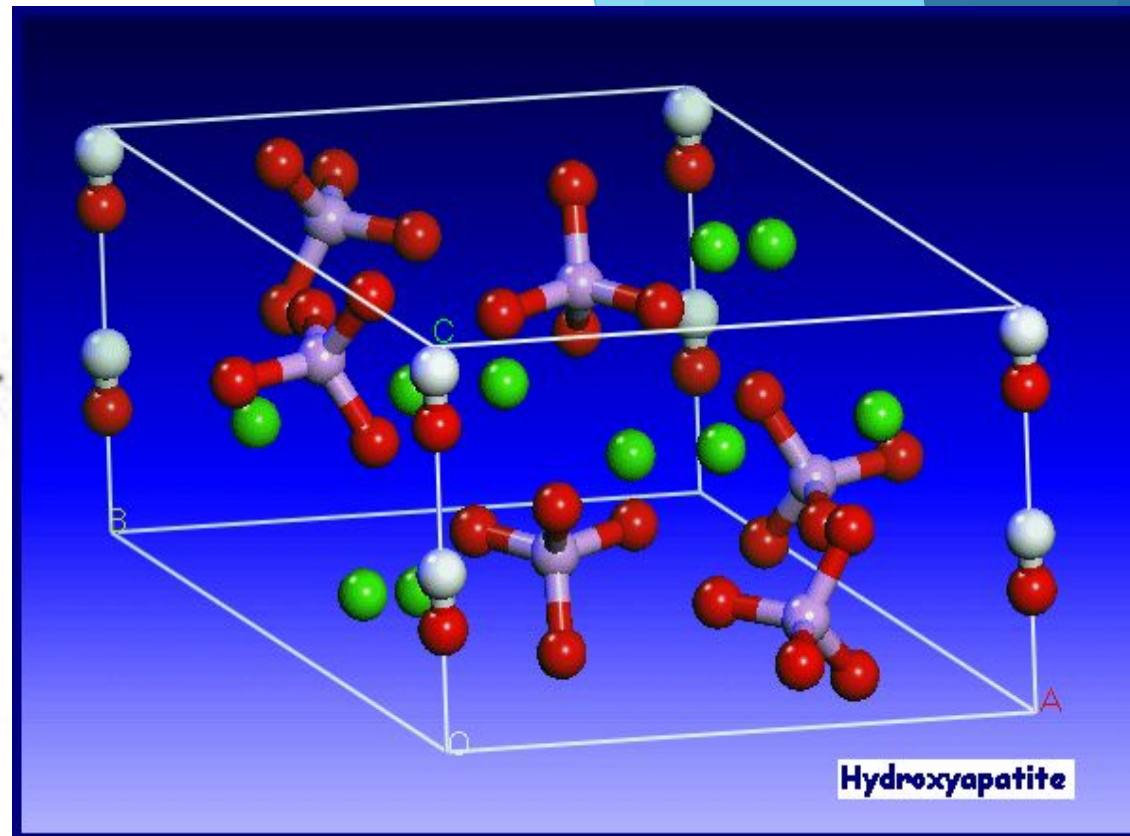
- ▶ Основная структурная субмикроскопическая единица эмали — кристаллы.
- ▶ Они очень плотно прилегают друг к другу и расположены под углом.
- ▶ Состав кристаллов апатитов вариабилен и выражается общей формулой  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{X}_2$ , в которой X обозначает различные ионы ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{F}^-$ ).
- ▶ Около 75% всех апатитов составляет гидроксиапатит,
- ▶ примерно 6% — карбонатапатит,
- ▶ около 4% — фторапатит.



- ▶ Пропорции ионов в кристаллической решётке могут варьировать в зависимости от условий их формирования и условий последующих ионных обменов.
- ▶ Карбонатапатит лучше растворим в кислоте, чем фторапатит, а его концентрация выше в более глубоких слоях эмали.
- ▶ Наименее стабильной формой апатита является брушит. ( $\text{CaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). Эта форма апатита легко подвергается растворению и обнаруживается в кариозных тканях зубов.



Строение кристалла  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

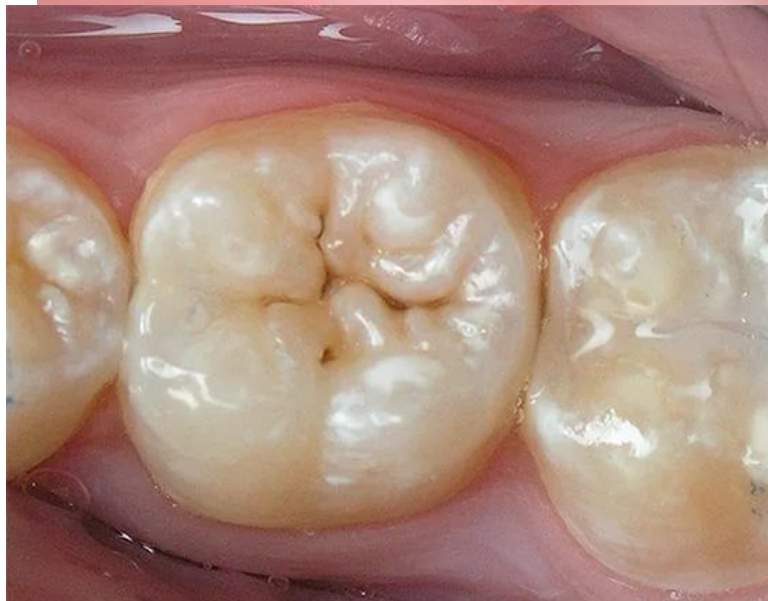
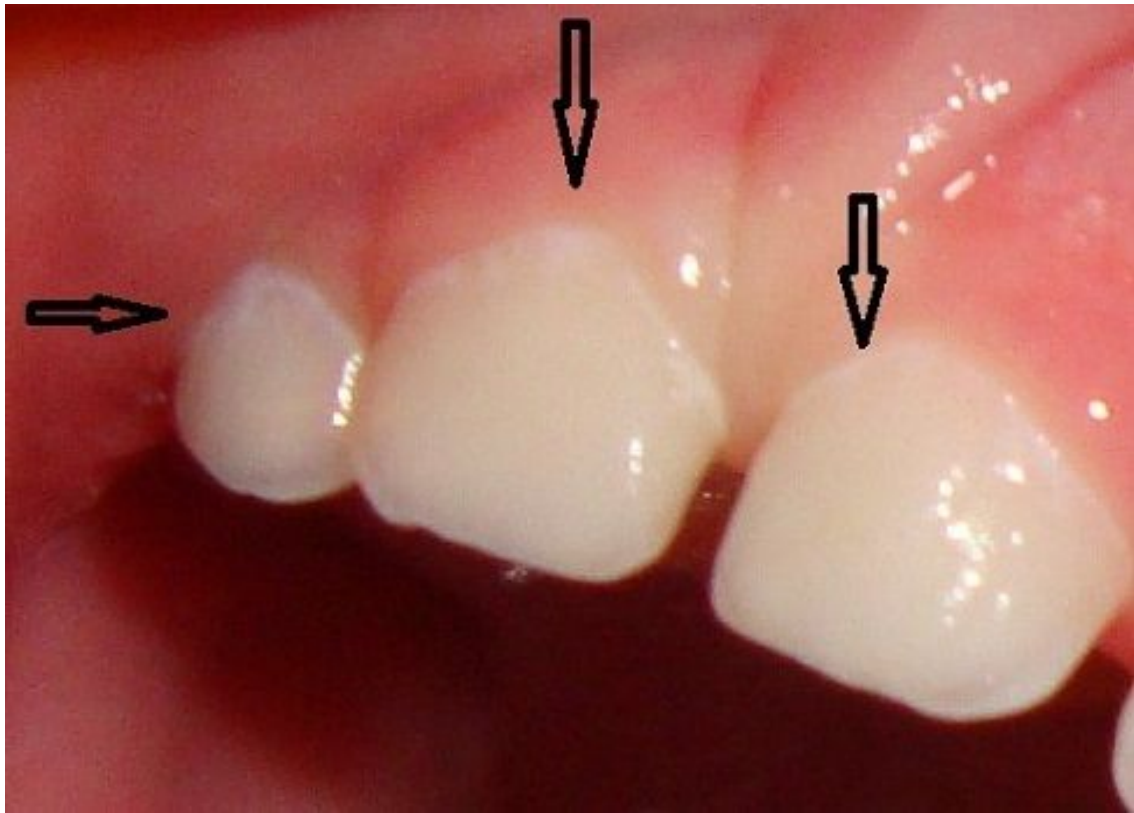




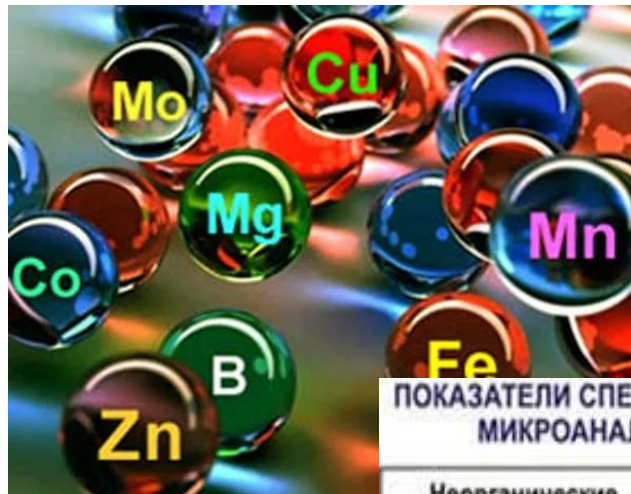
- ▶ Основные минеральные компоненты кристаллов апатитов – кальций (33-39%) и фосфаты (16-18%).
- ▶ **Соотношение Ca/P составляет 1,67** и может изменяться в пределах **от 1,33 до 2,0**.
- ▶ Концентрация этих веществ постепенно снижается от более минерализованного поверхностного слоя до менее минерализованных глубоких слоев.
- ▶ Минерализация различных участков зуба также неодинакова: **наиболее минерализованы жевательные поверхности, наименее – фиссуры и пришеечные области всех зубов.**

# Химический состав эмали зубов:

- Гидроксиапатит — 75,04%
- Карбонапатит — 12,06%
- Хлорапатит — 4,39%
- Фторапатит — 0,66%
- Карбонат кальция — 1,33%
- Карбонат магния — 1,62%
- Органические вещества — 1,2%
- Вода — 3,8%
- **Структура эмали устойчива при коэффициенте соотношения Ca/ P 1,6-1,9**
- **Структура эмали разрушается при коэффициенте соотношения Ca/ P 1,3-1,5**



- ▶ В эмали присутствуют около 40 микроэлементов, которые расположены в ней неравномерно.
- ▶ В поверхностных слоях эмали отмечена высокая концентрация фтора, цинка, свинца, железа, сурьмы.
- ▶ В глубоких слоях выше содержание натрия, магния, карбонатов.
- ▶ Равномерно распределены по всей толще эмали стронций, медь, алюминий и калий.

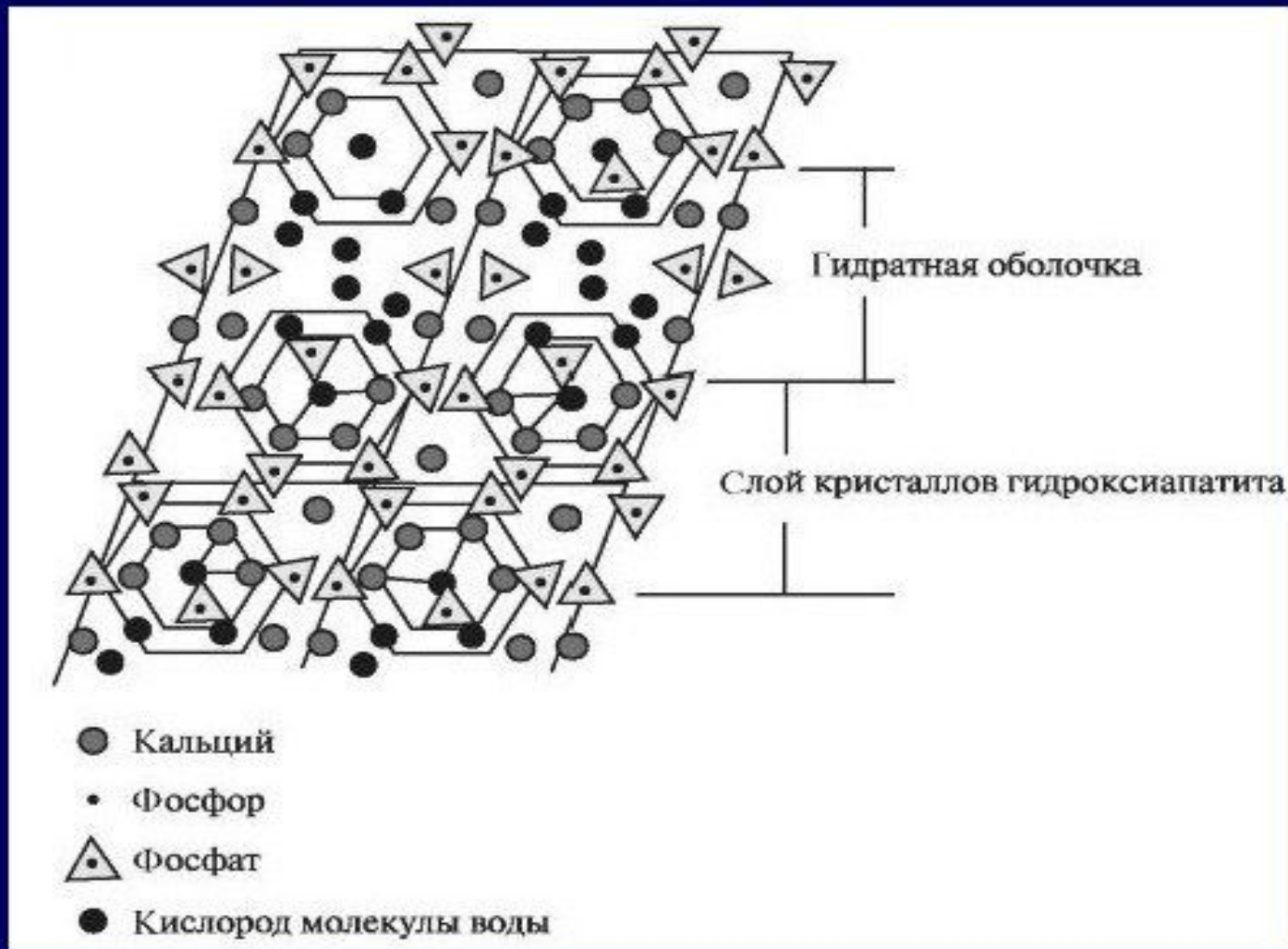


ПОКАЗАТЕЛИ СПЕКТРАЛЬНОГО РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОГО МИКРОАНАЛИЗА ЭМАЛИ ИНТАКТНЫХ ЗУБОВ

Неорганические компоненты эмали	Среднее весовое содержание, %	Среднее содержание атомной массы, %
Натрий	1,70	1,53
Магний	0,81	1,22
Алюминий	0,80	1,01
Кремний	0,51	0,63
Фосфор	27,61	32,44
Сера	0,45	0,67
Хлор	1,14	1,27
Калий	0,47	0,49
Кальций	64,49	58,31
Железо	1,16	1,25
Фтор	0,86	1,18
Всего:	100,00	100,00

- ▶ Кристаллы апатитов организованы в трёхмерную систему.
- ▶ Каждый кристалл окружен гидратной оболочкой – слоем прочно связанной воды, которая не испаряется даже при температуре 110 °С.
- ▶ Эта оболочка содержит различные ионы и способствует их обмену, т.е. кристаллы обладают электрическим зарядом.
- ▶ Между кристаллами расположены межкристаллические пространства, заполненные свободной водой и органическим материалом.
- ▶ Они образуют перекрёстную сеть путей диффузии, **которые считают микропорами эмали, где не прекращаются обменные процессы.**
- ▶ При воздействии кислоты на эмаль происходят растворение кристаллов и увеличение микропространств.

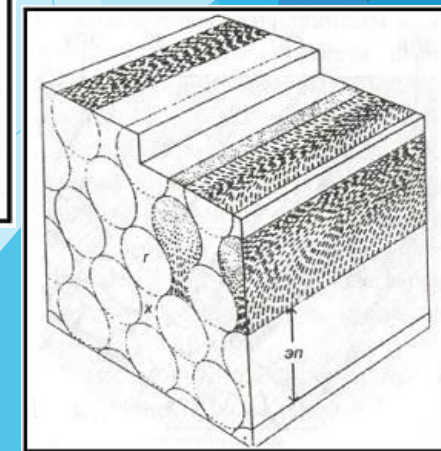
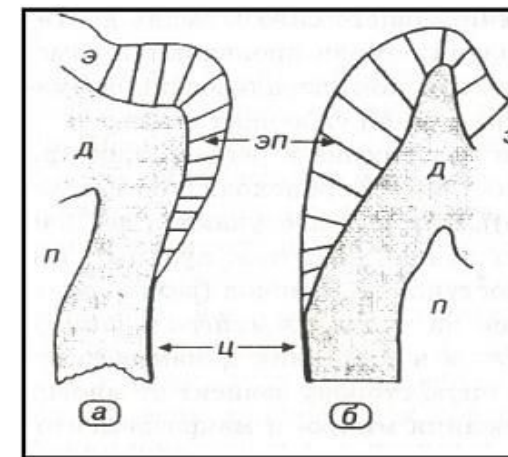
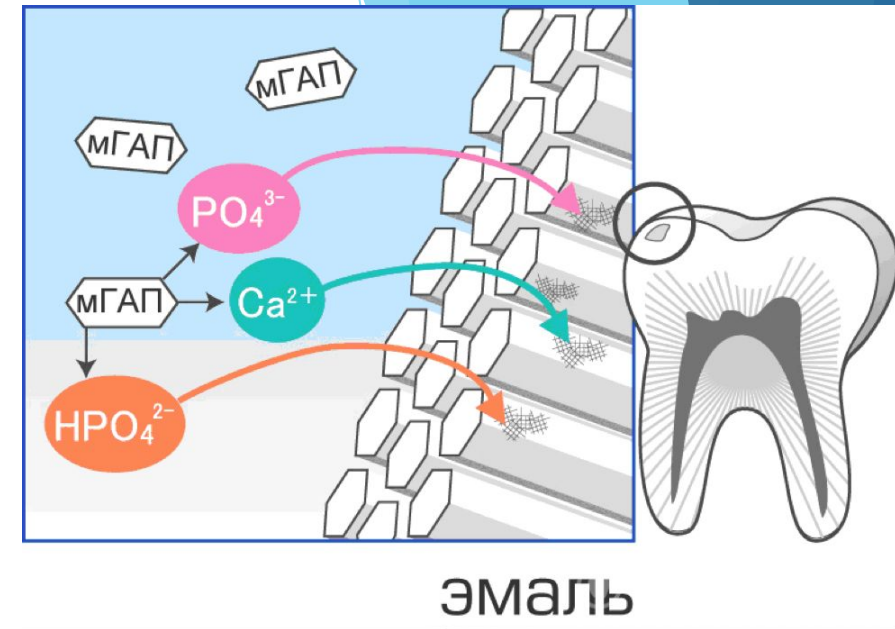
# РАСПОЛОЖЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ ГИДРОКСИАПАТИТА В ЭМАЛИ ЗУБА

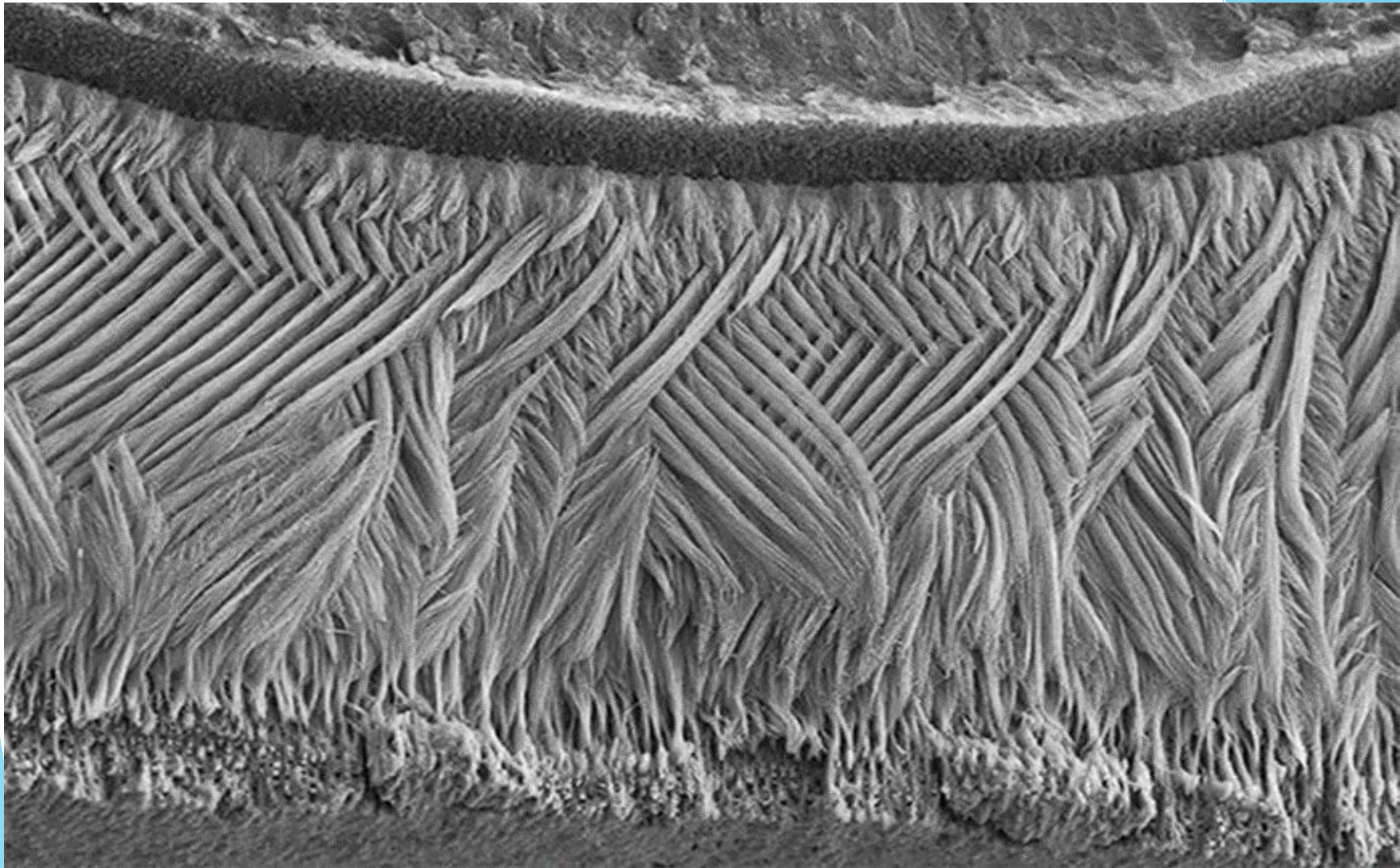


▶ Кристаллы организованы в **эмалевые призмы**, объединённые в пучки, которые, S-образно изгибаясь, идут от эмалево-дентинного соединения к поверхности эмали.

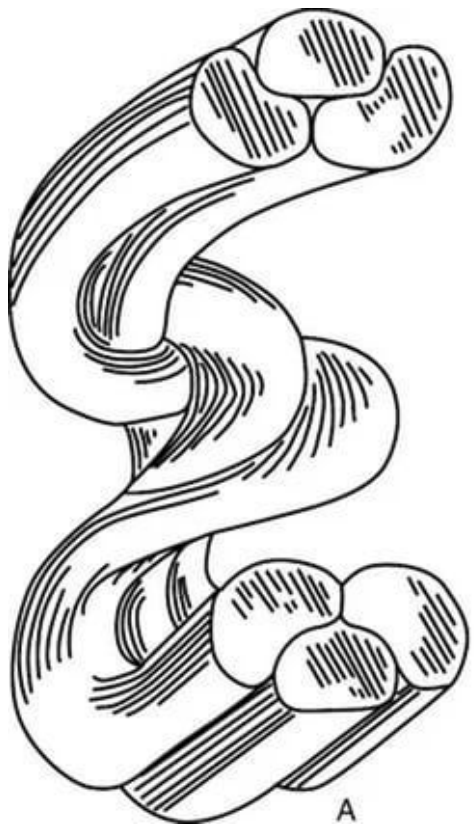
▶ Особенностью строения биологических кристаллов гидроксиапатита обусловлена **возможность реминерализации эмали**. До 1/3 ионов обмениваются в апатите, что делает эмаль похожей на пористую мембрану, способную пропускать небольшие ионы.

▶ Проникновение веществ в эмаль происходит по межпризменным микропространствам, эмалевым пучкам и ламеллам (пластинкам) — органическому веществу эмали.

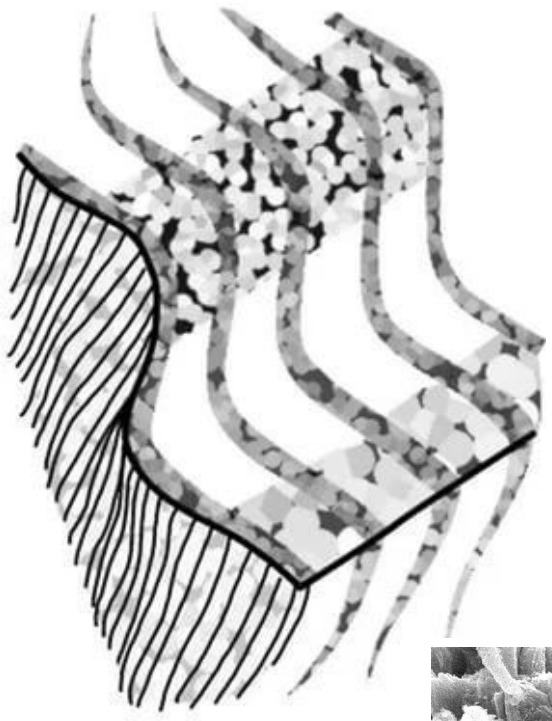




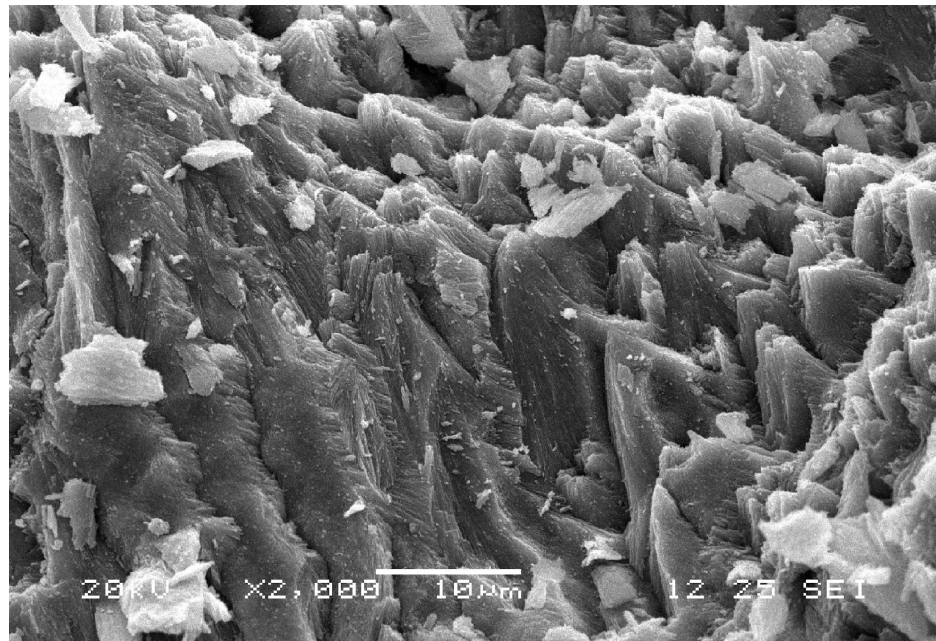
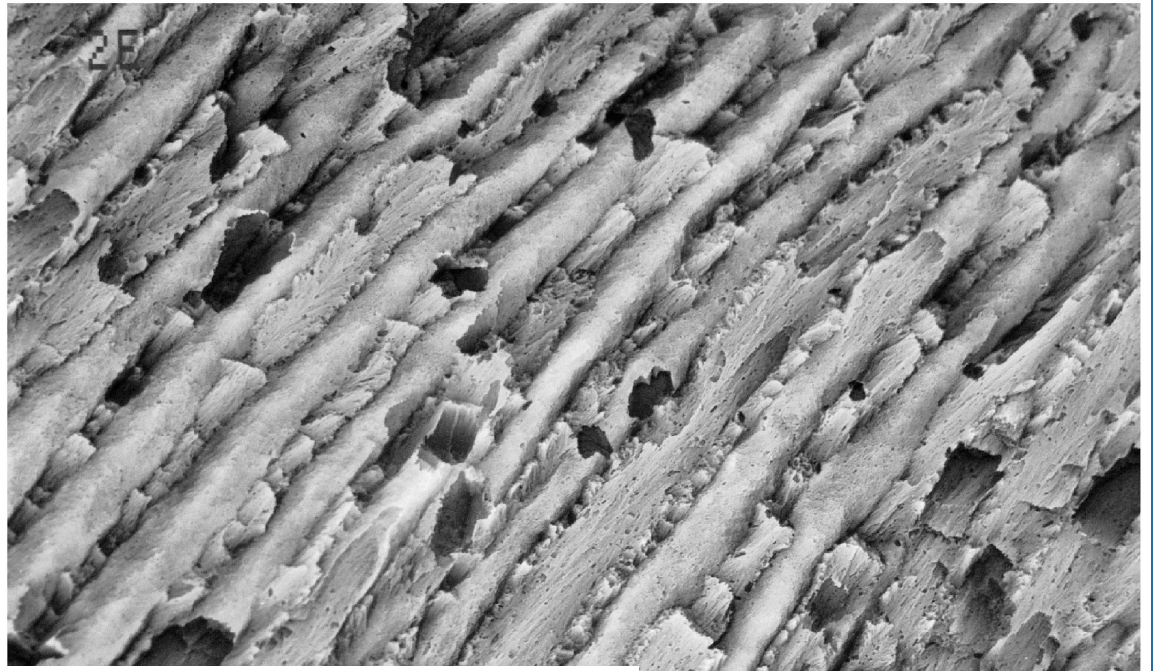
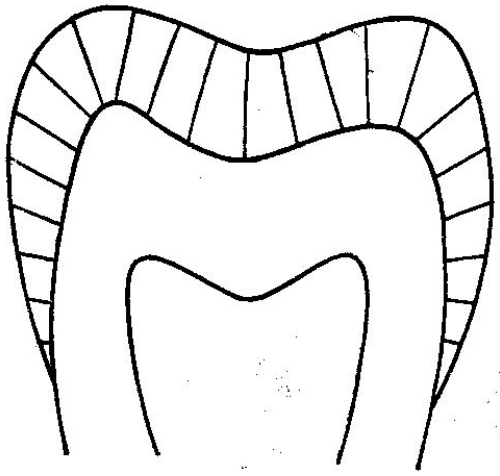




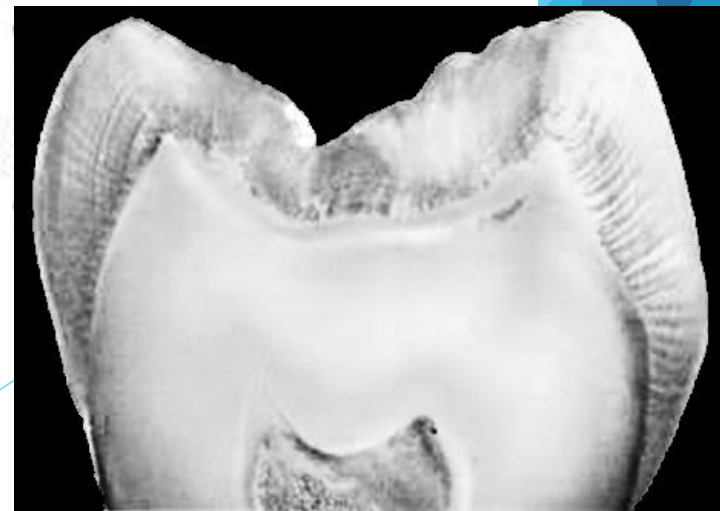
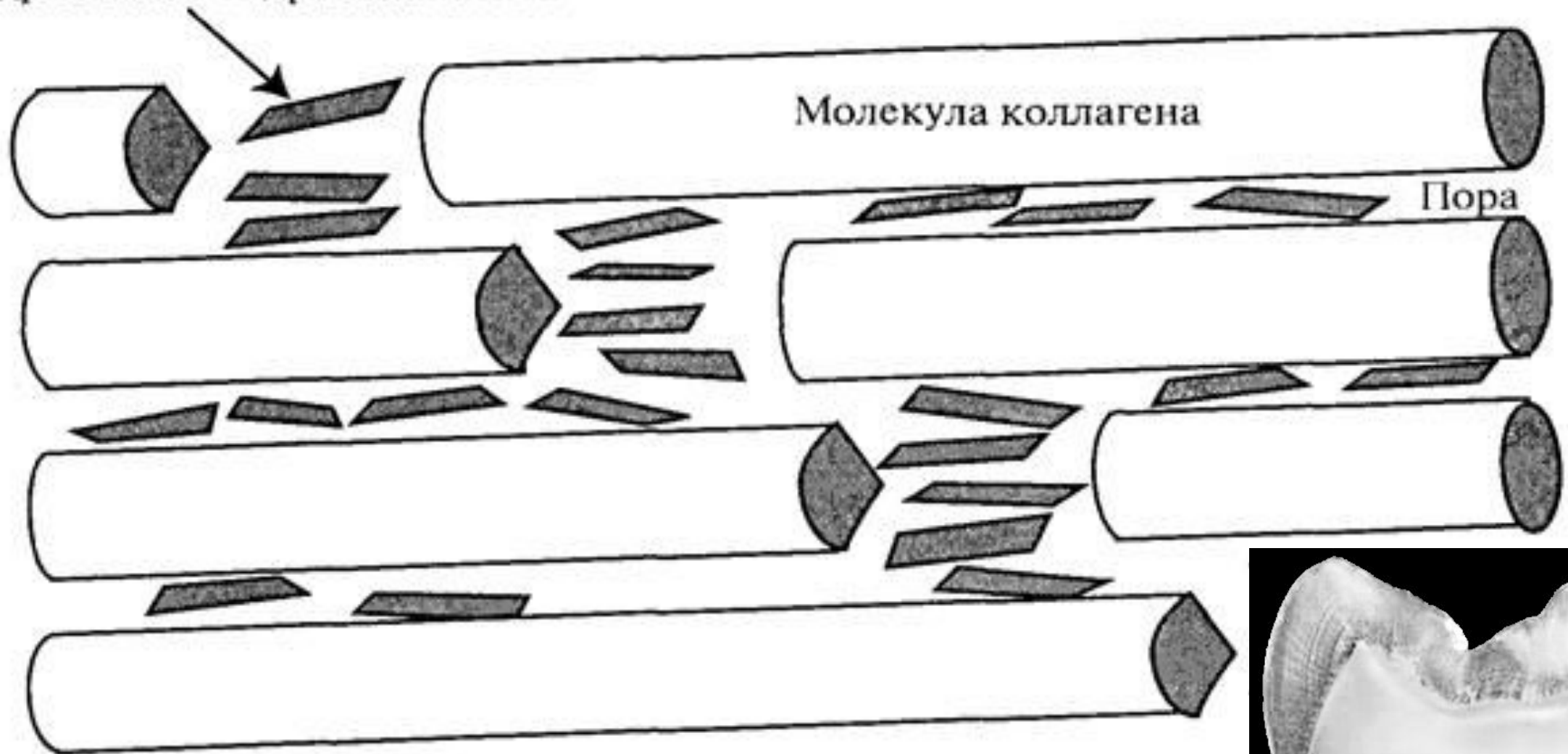
A



Б



Кристаллы гидроксиапатита

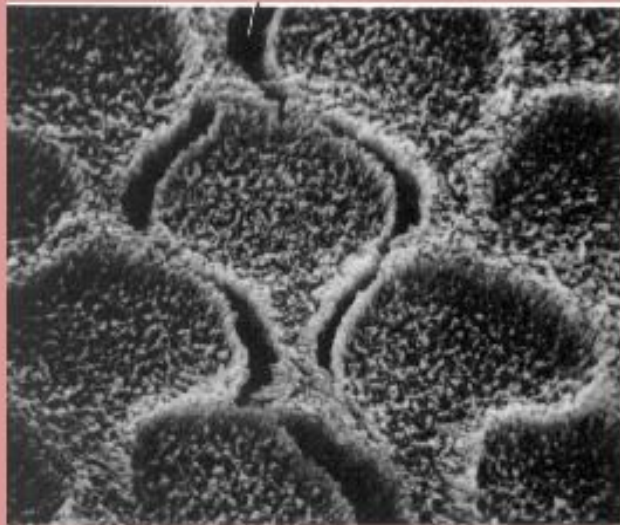


# Строение эмали

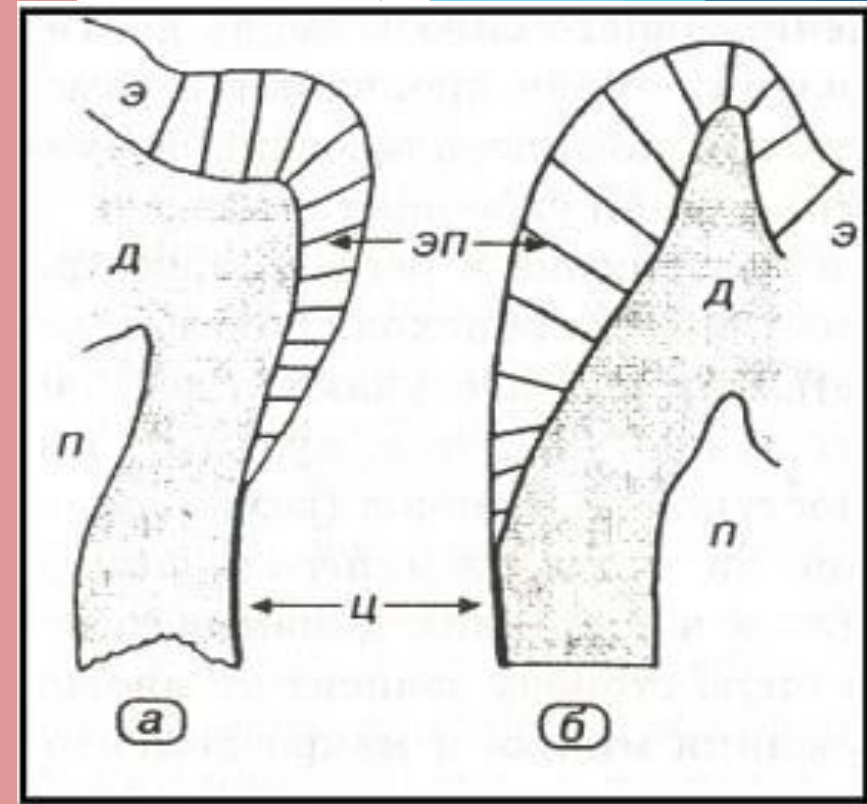
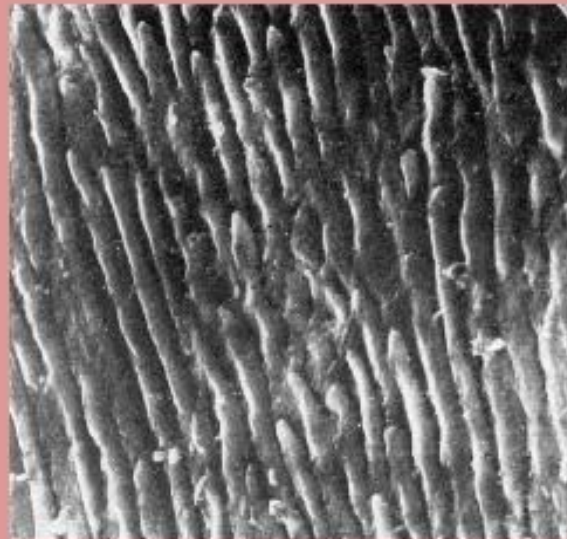
Структурные компоненты:

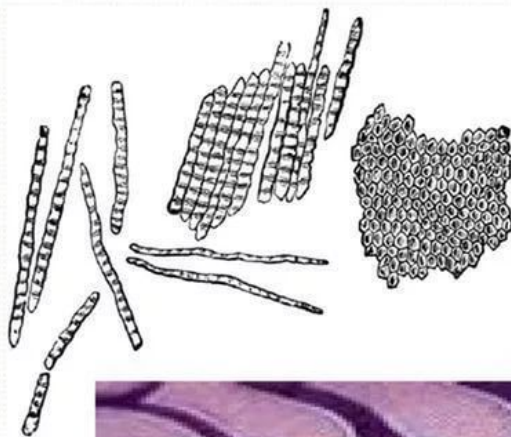
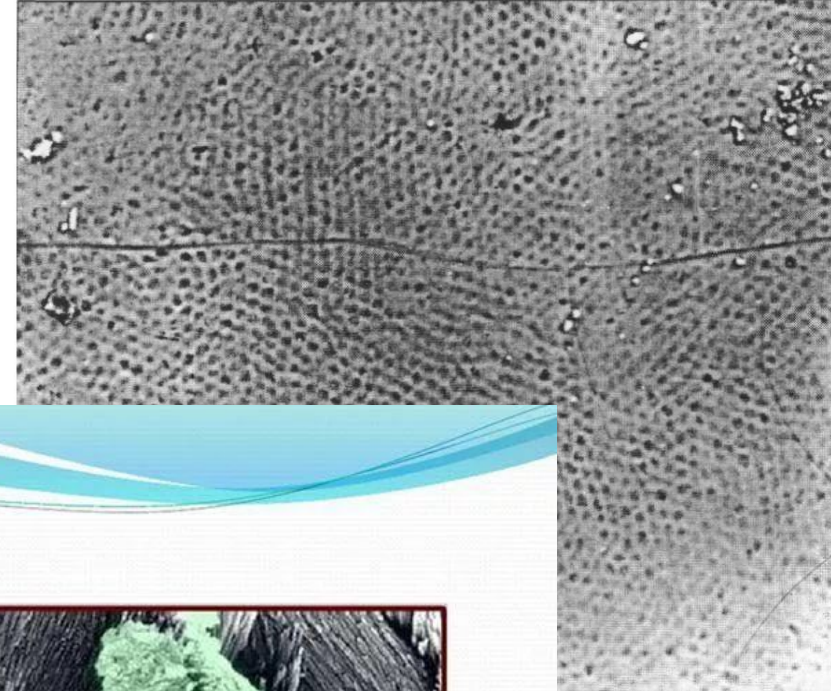
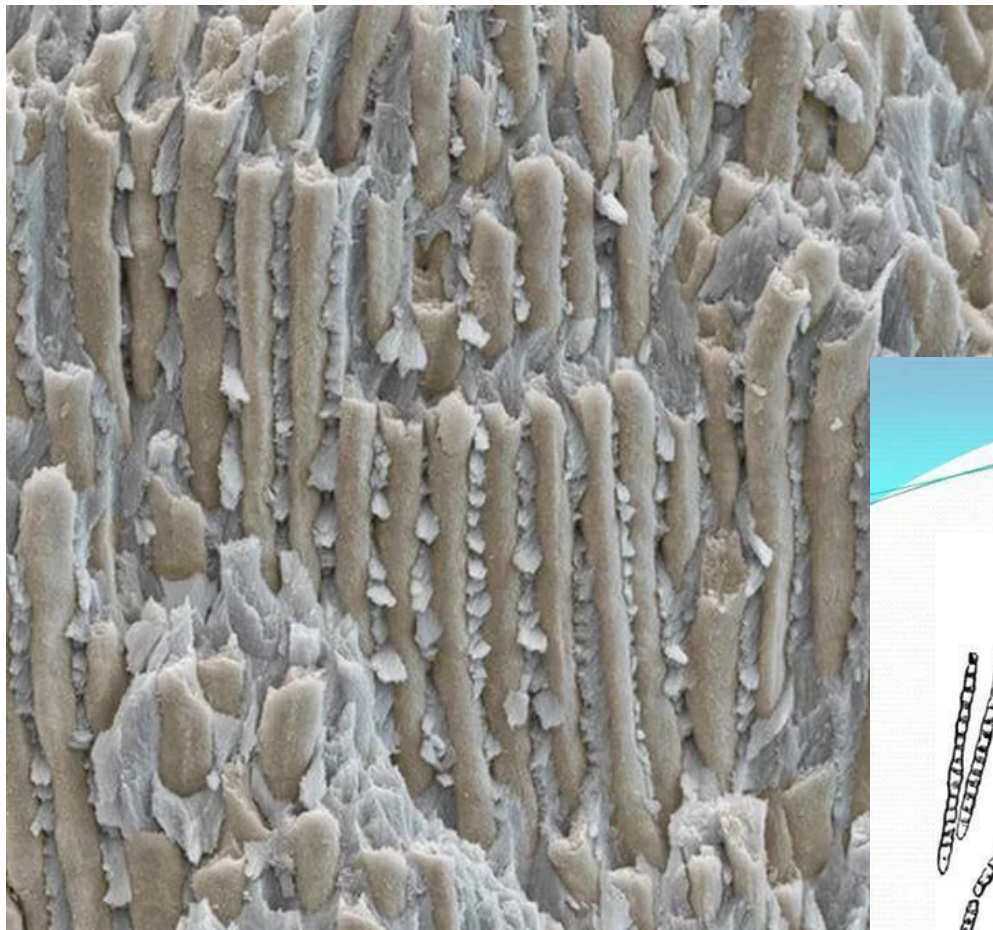
- эмалевые призмы
- межпризменное вещество
- кутикула (частично)

Поперечный срез

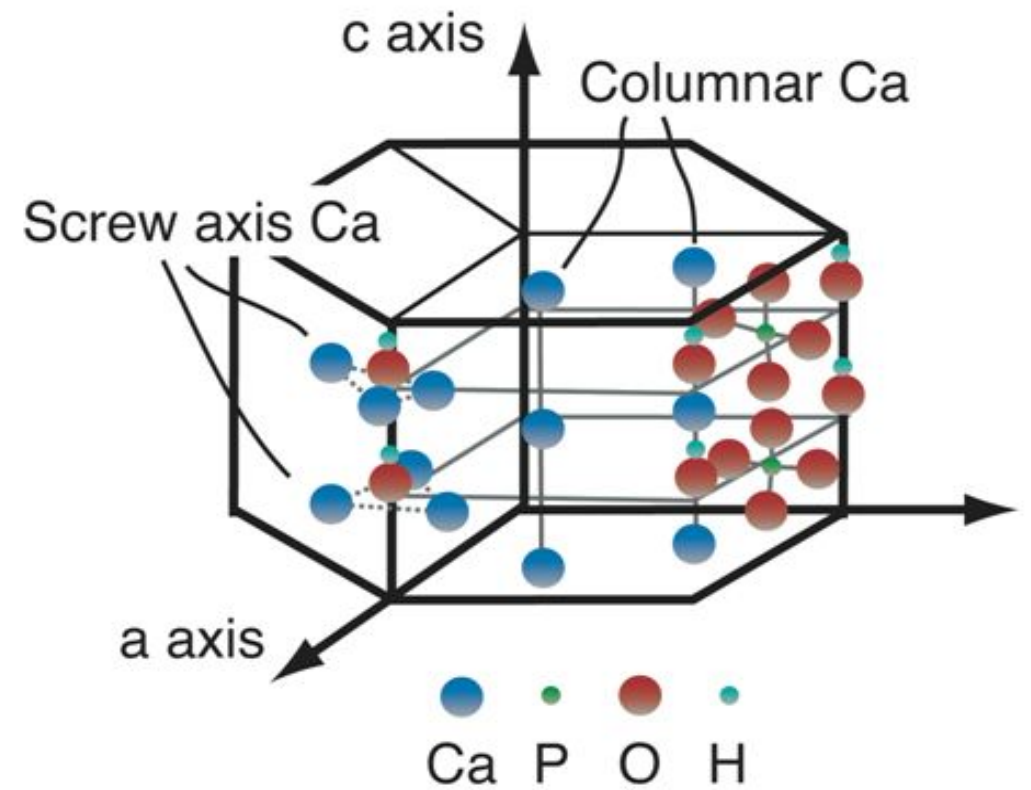
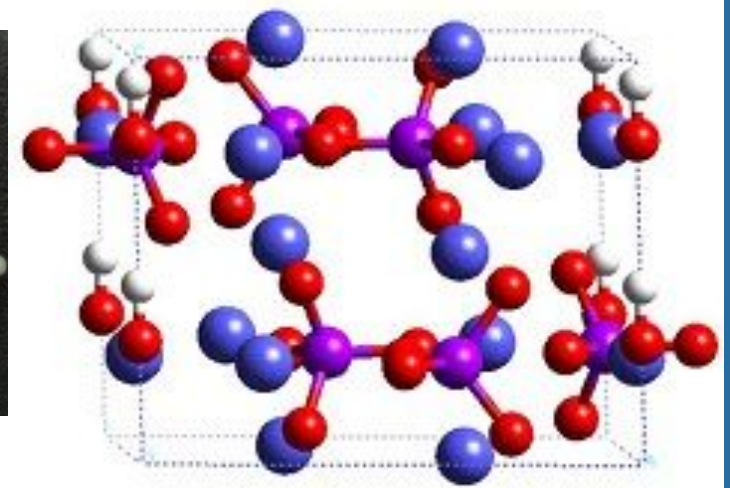
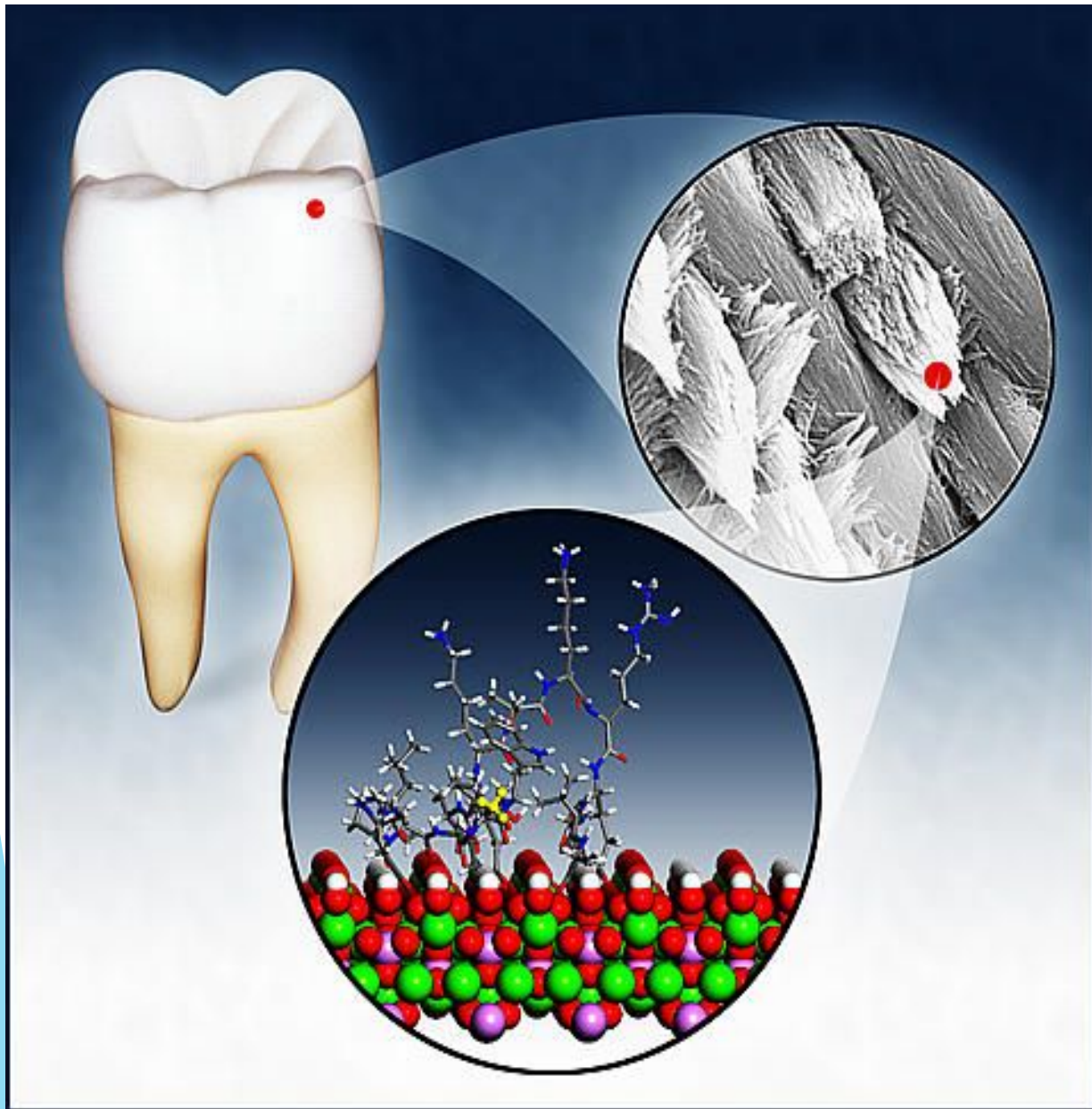


Продольный срез





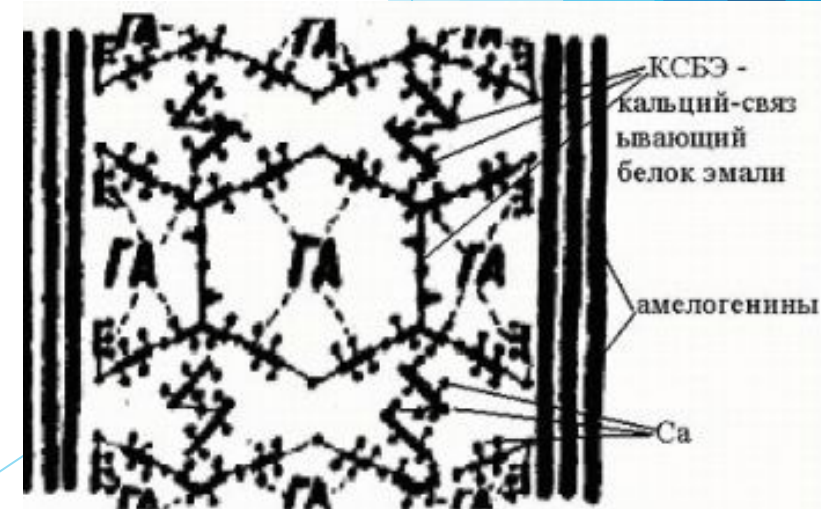
Эмалевые призмы,  
Цепочки кристаллов  
гидроксиапатита.



▶ **Органическая матрица** эмали представляет собой макромолекулярный комплекс, образованный фибриллярным протеидом, кальцийсвязывающим белком, при участии ионов кальция и полярных липидов.

▶ Этот комплекс обладает сродством к минеральной фазе и служит **инициатором процесса кальцификации, регулируя рост кристаллов путем селективного связывания ионов кальция и действуя подобно буферной системе.**

▶ В состав органической матрицы эмали также входят **амелогенин и энамелин**, отвечающие за рост и формирование кристаллов апатита.



- ▶ Эмаль обладает важным физиологическим свойством — **проницаемостью**, т.е. способностью пропускать некоторые ионы, воду и растворённые в ней вещества.
- ▶ Это возможно благодаря тому, что **со стороны полости рта она омывается ротовой жидкостью, со стороны пульпы — тканевой жидкостью, а также содержит межпризменные пространства, заполненные жидкостью.**
- ▶ Эмаль проницаема в обоих направлениях.
- ▶ Это свойство обеспечивает созревание эмали после прорезывания зуба и динамические процессы деминерализации и реминерализации.
- ▶ При этом действуют законы диффузии: жидкость движется со стороны малой молекулярной концентрации в сторону высокой, а ионы и молекулы проходят со стороны высокой концентрации в сторону низкой .

- ▶ Проницаемость эмали помимо процессов созревания и реминерализации играет важную роль при **воздействии на ткани зуба органических кислот как продукта жизнедеятельности микроорганизмов.**
- ▶ **H<sup>+</sup>-ионы проникают в микропространства эмали, изменяя электрический заряд в межкристаллическом пространстве и самих кристаллах гидроксиапатита.** Результат – **образование отличных от оригинальных по составу и свойствам форм апатита кальция, в большей степени подверженных растворению (брушит).**
- ▶ Следствием этого является **увеличение микропространств эмали, куда могут уже проникать не только ионы, но и микроорганизмы.**
- ▶ В микропространствах эмали создаются наиболее благоприятные условия для развития анаэробной микрофлоры.
- ▶ Часто при удалении зубного налёта поверхностный слой эмали зуба подвергается реминерализации, что приводит к сужению микропространств в поверхностном слое эмали. При этом сохраняется микробное инфицирование подповерхностных слоев эмали, и кариозный процесс приобретает скрытое течение.

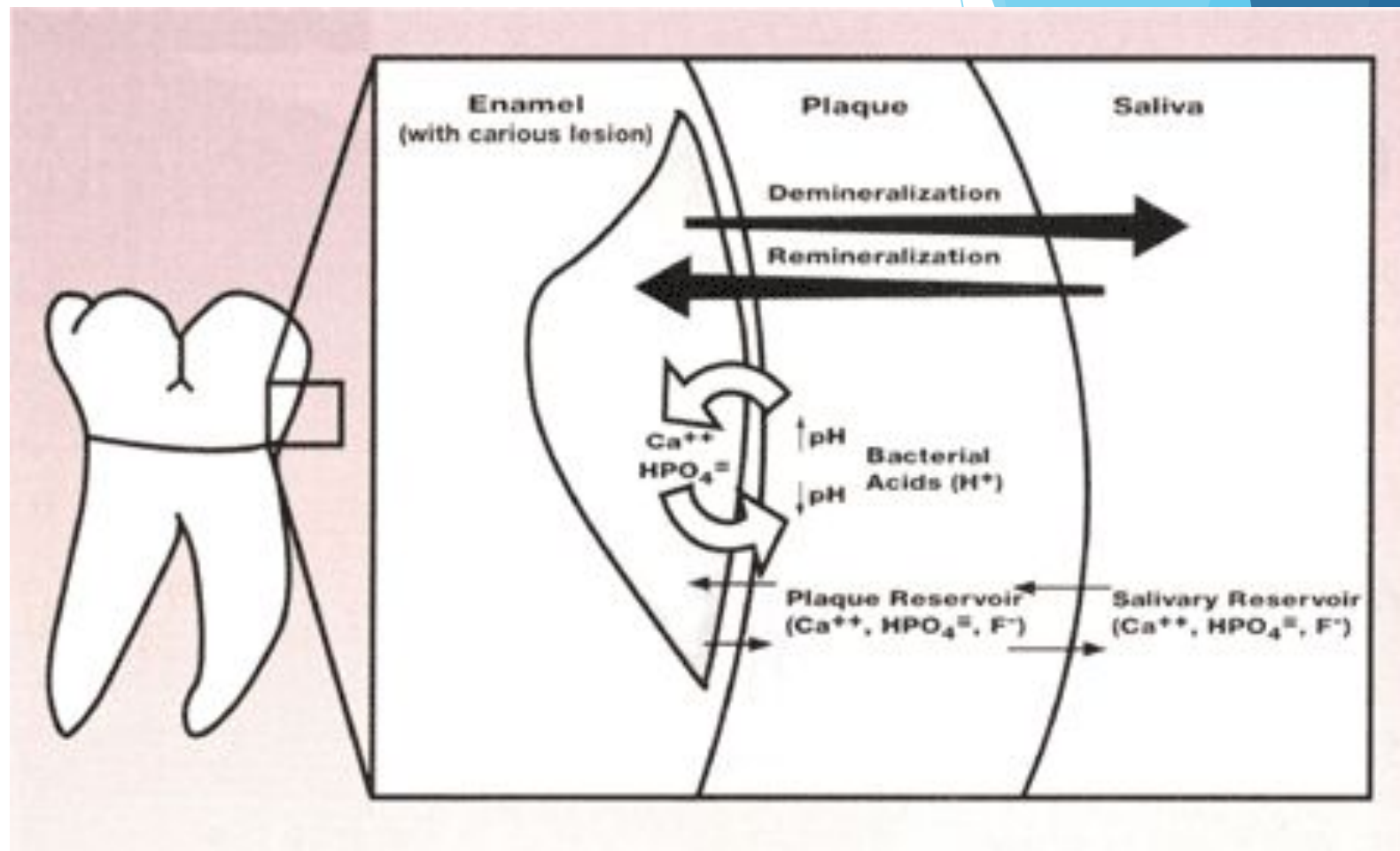


# Условия проницаемости эмали зубов.

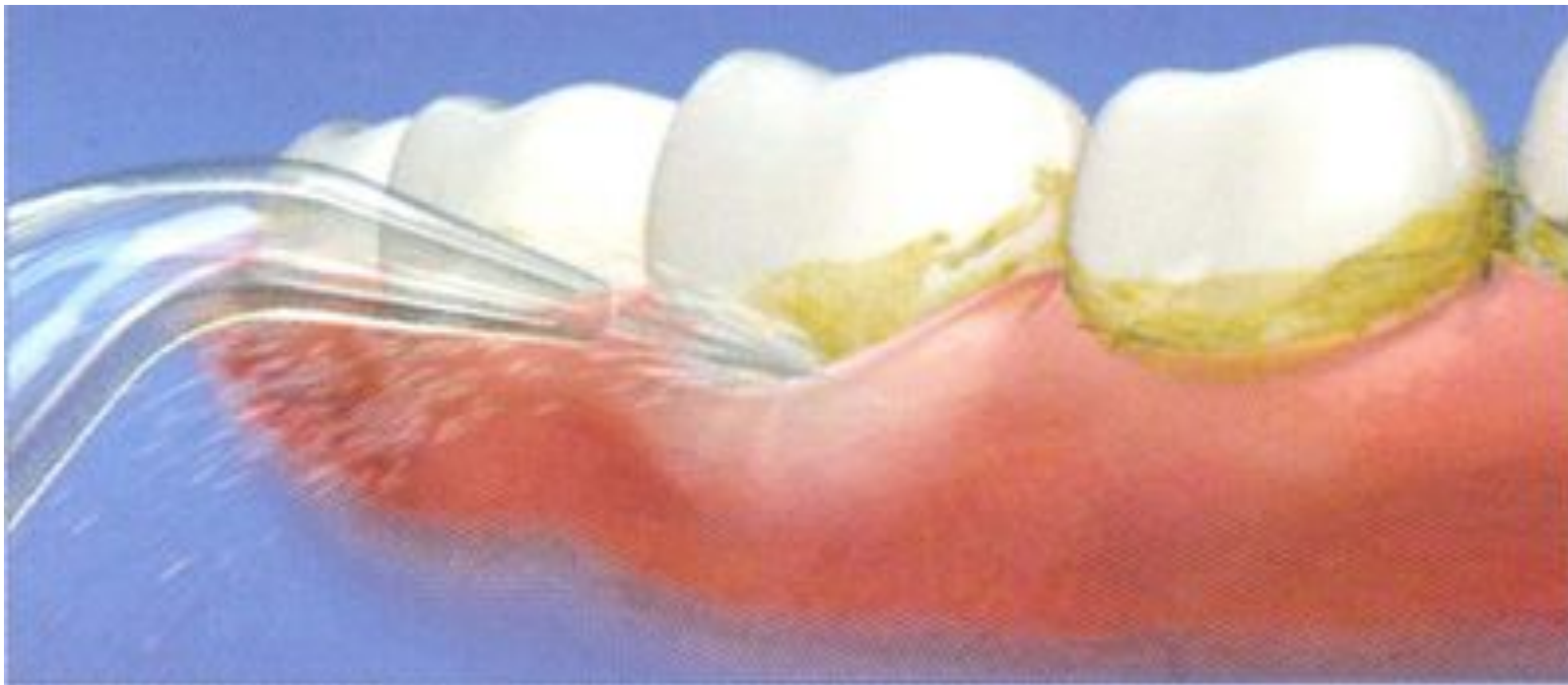
Высокая проницаемость	Низкая проницаемость
Одновалентные ионы	Двухвалентные ионы
Частицы с отрицательным зарядом	Частицы с положительным зарядом
Органические вещества (аминокислоты, витамины), токсины	Неорганические вещества (ионы Ca, фосфаты)*
Пришеечная область, ямки, фиссуры зубов	Бугры жевательной поверхности зубов
Средние слои эмали	Поверхностные слои эмали
Молодой возраст	Пожилой возраст (кристаллическая решётка) уплотняется)
$\text{pH} \leq 4,5$	$\text{pH} > 4,5$

\*Вследствие соединения с апатитами эмали.

- ▶ Электрофорез и ультразвуковые волны усиливают проницаемость эмали.
- ▶ В присутствии сахарозы, особенно под зубным налётом, а также под действием гиалуронидазы, активность которой в полости рта возрастает в присутствии микроорганизмов, она в значительной степени повышается.



# 2. Зубной налёт



# ▶ Зубной налёт

- ▶ На поверхности зуба присутствуют
- ▶ **пелликула,**
- ▶ **зубной налёт,**
- ▶ а при неудовлетворительной гигиене полости рта — и **зубной камень.**

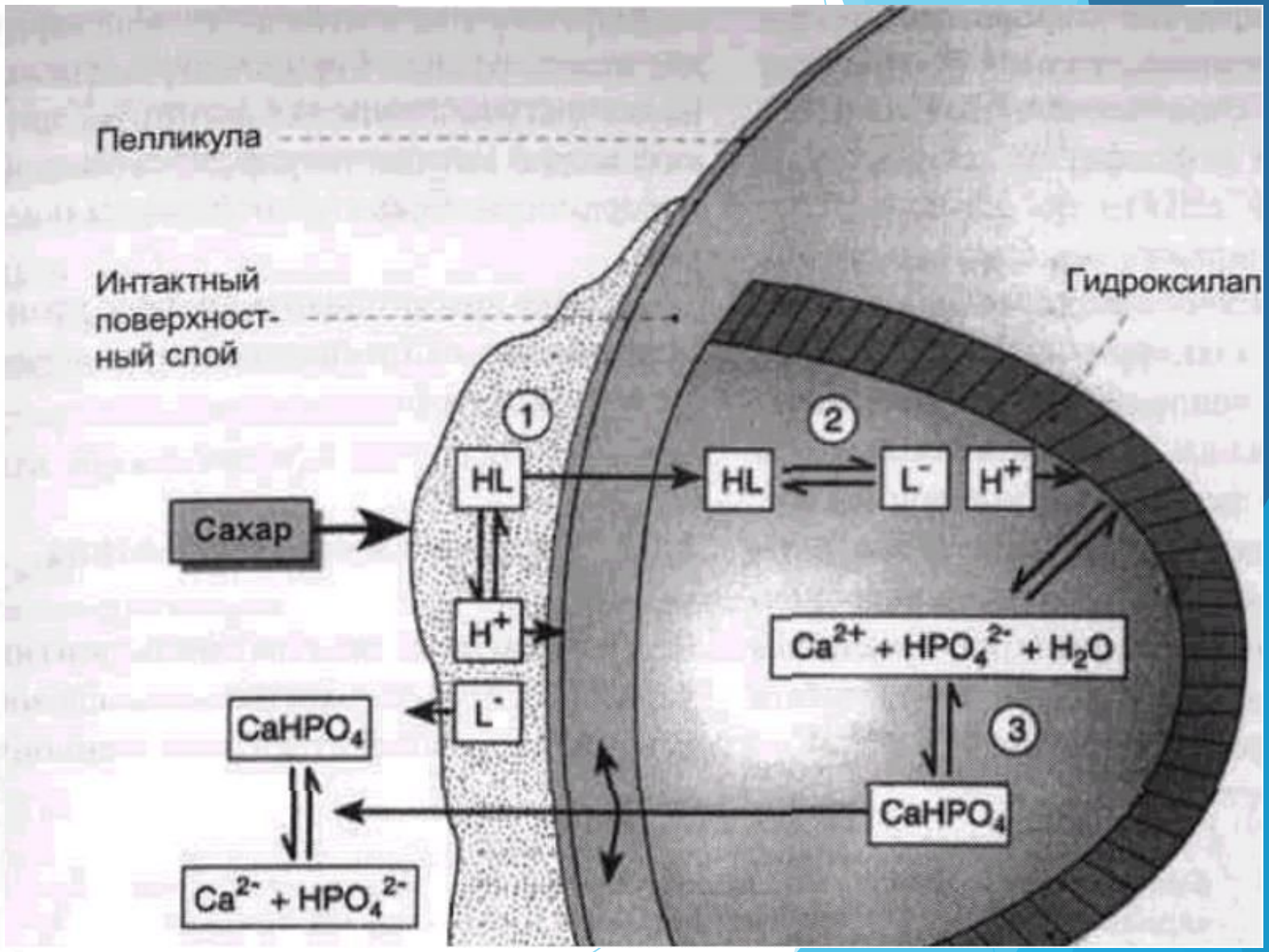
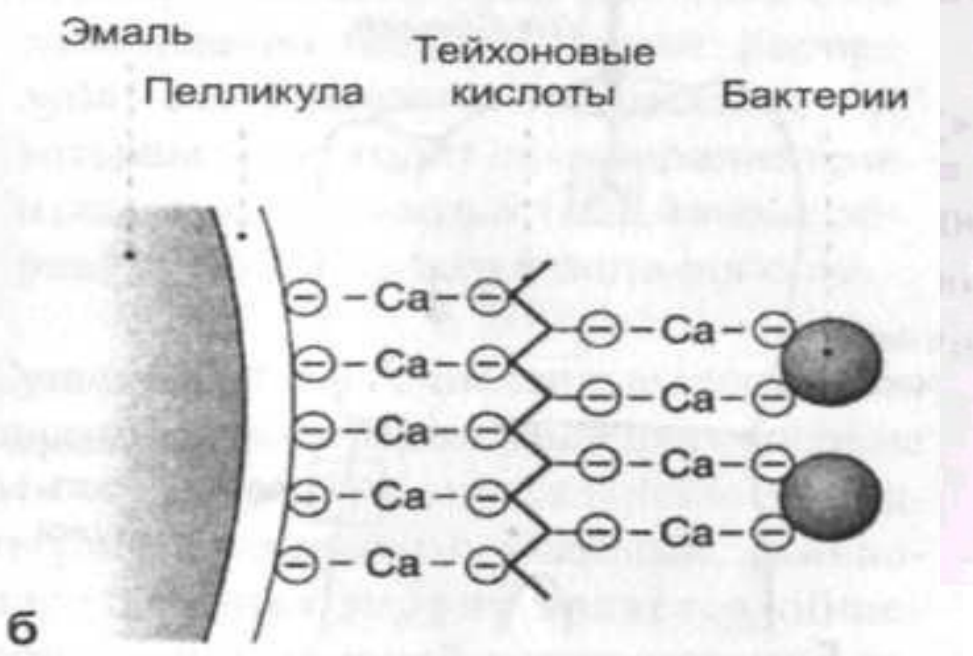
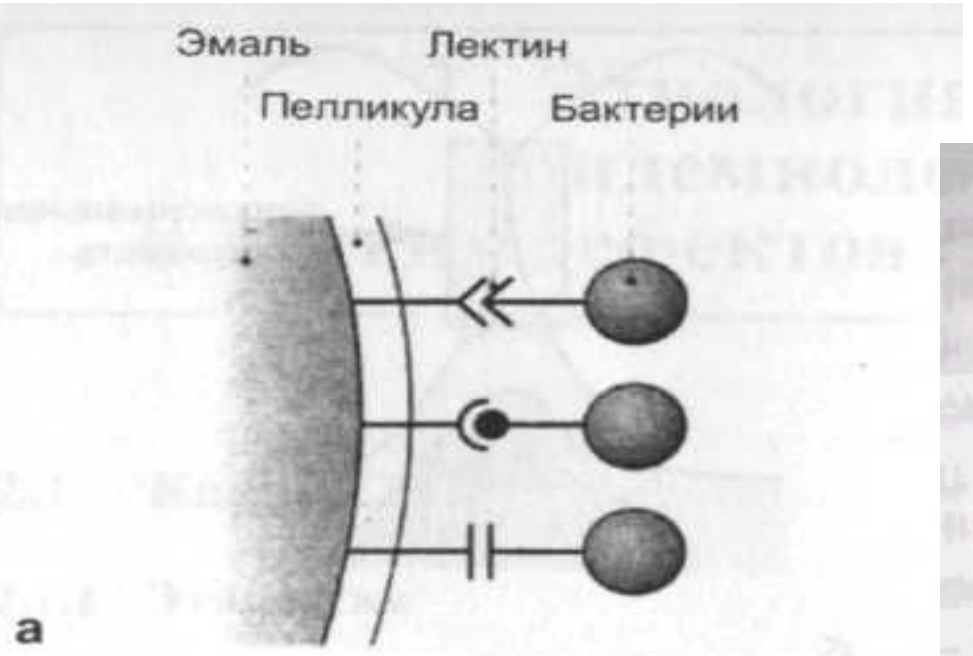


# Кутикула

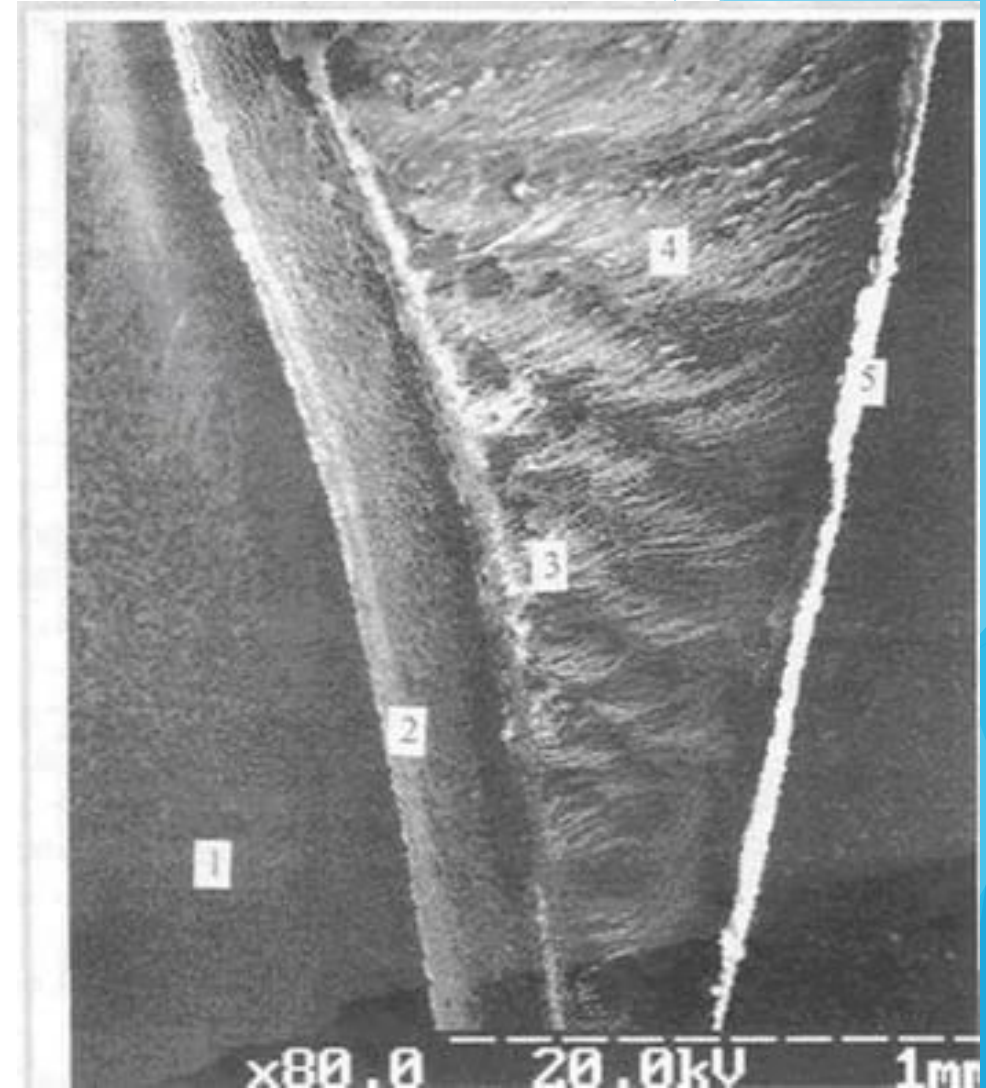
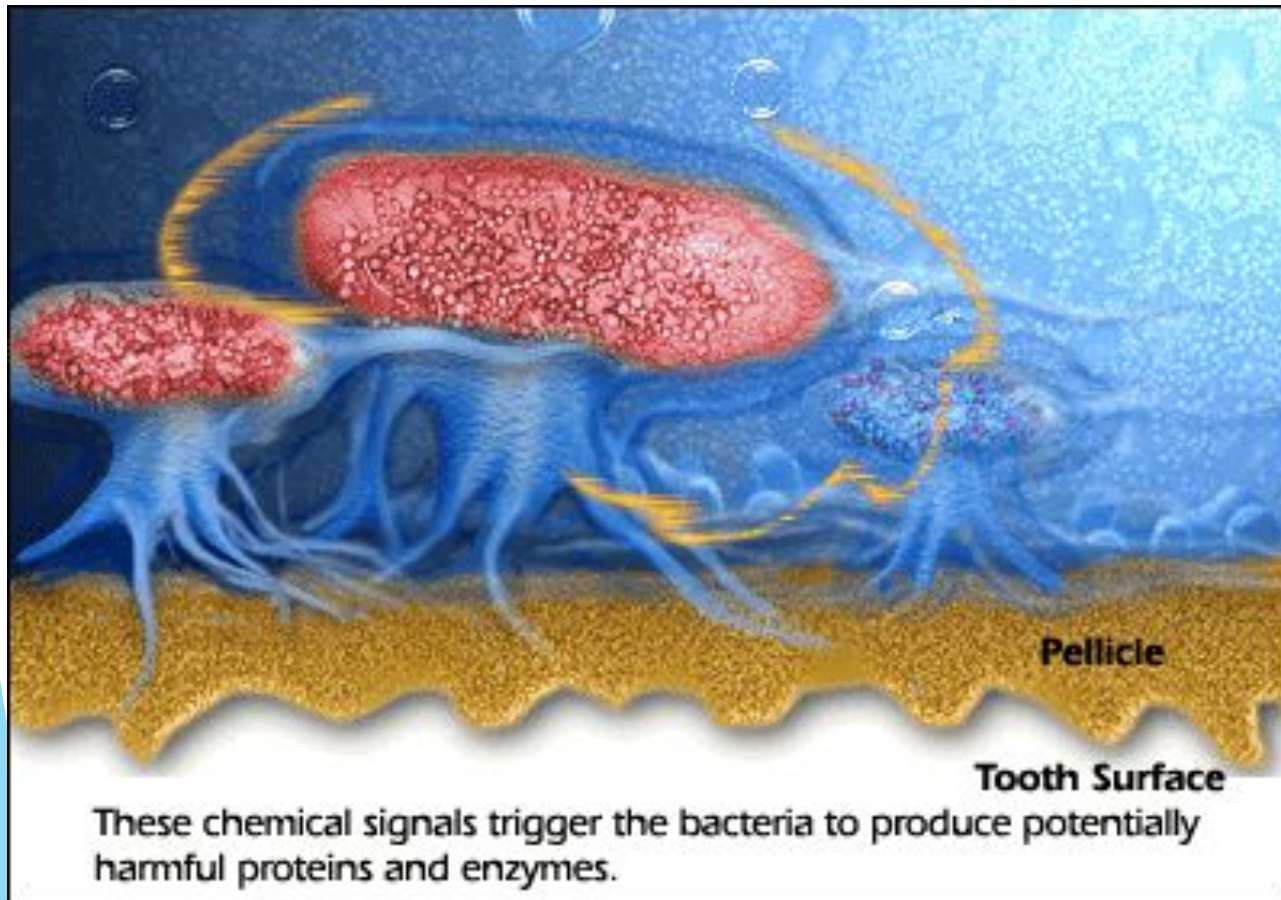
- ▶ Сразу после прорезывания зуб покрыт **кутикулой**, представляющей собой **редуцированный эпителий эмалевого органа**.
- ▶ Существенной роли в физиологии зуба она не играет, так как вскоре после прорезывания утрачивается.
- ▶ Это образование обнаруживают в основном в подповерхностном слое эмали.
- ▶ В одних местах кутикула выходит на поверхность в виде микроскопической пленки, в других — в виде трубочки доходит до эмалево-дентинного соединения.

# Пелликула

- ▶ **Пелликула**, образующаяся на поверхности зуба после его прорезывания, — производное слюны, состоящее из гликопротеидов.
- ▶ Это плотно фиксированное бесструктурное образование.
- ▶ От состояния пелликулы зависят процессы диффузии и проницаемость эмали. С одной стороны, эта оболочка защищает структуру эмали от действия кислот, с другой — способствует прикреплению микроорганизмов и образованию зубного налёта.



# Пелликула зуба под микроскопом



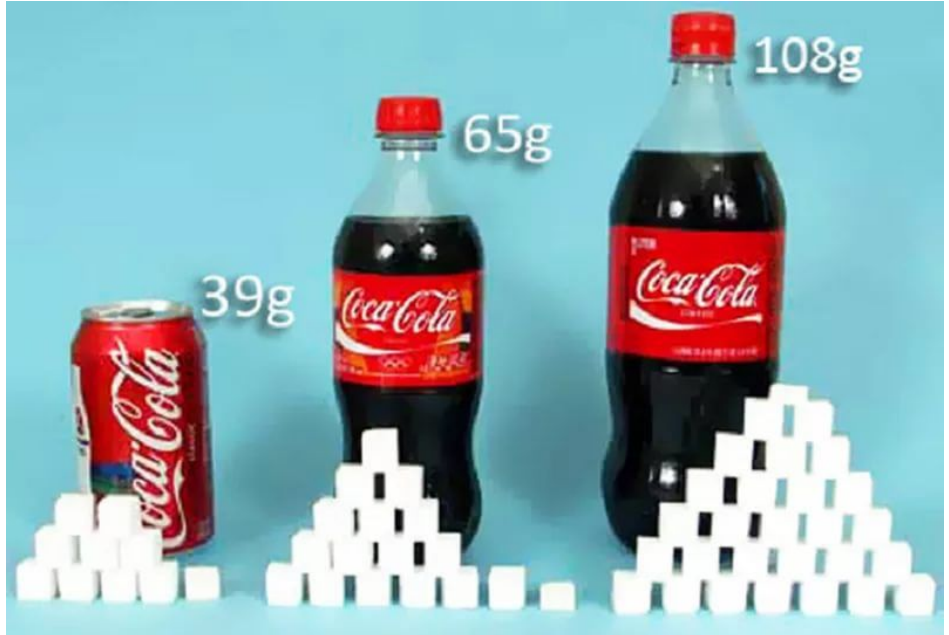


# Зубной налёт

- ▶ **Зубной налёт** — плотное образование, состоящее из бактерий и продуктов их жизнедеятельности, фиксированное на поверхности зуба.
- ▶ Бактерии существуют внутри межклеточной матрицы, образованной органическими (белки, полисахариды, липиды) и неорганическими (Ca, Mg, K, Na, фосфаты) веществами слюны, десневой жидкостью и продуктами собственного метаболизма.
- ▶ Матрица занимает от 10 до 40% объема налёта, защищает бактерии от антимикробных агентов, губительных для них, и препятствует выходу наружу продуктов метаболизма.

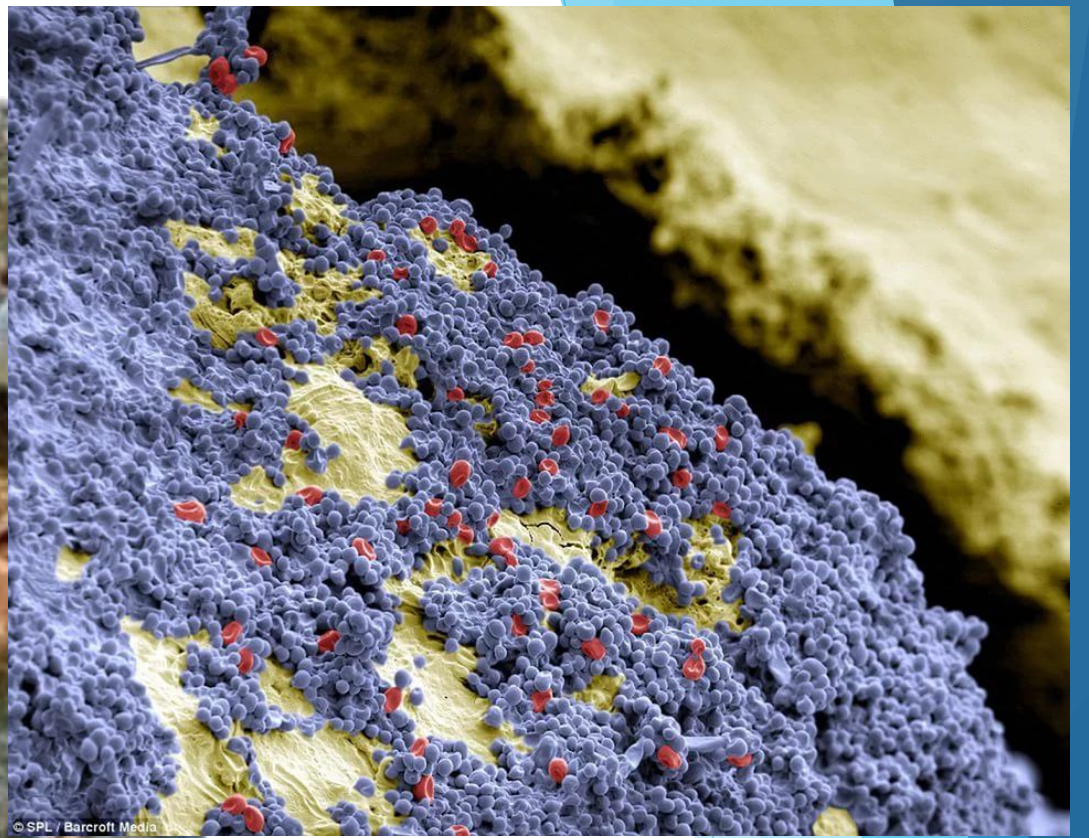
- ▶ Накопление зубного налёта начинается вскоре после чистки зубов при адсорбции микроорганизмов на поверхности эмали.
- ▶ Основные факторы, влияющие на образование зубного налёта: пищевой рацион, интенсивность жевания, анатомическое строение зуба, слюна, десневая жидкость, уровень гигиены полости рта, наличие пломб и протезов.
- ▶ Доказано, что количество налёта значительно увеличивается при приеме мягкой пищи и употреблении большого количества легкоферментируемых углеводов.
- ▶ Пористая структура налёта позволяет последним свободно проникать в его глубокие слои.



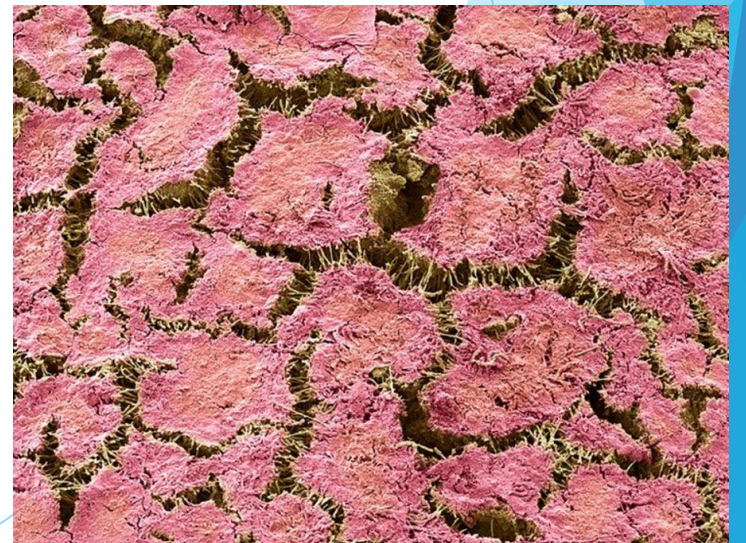




Зубной налет под микроскопом.



© SPL / Barcroft Media



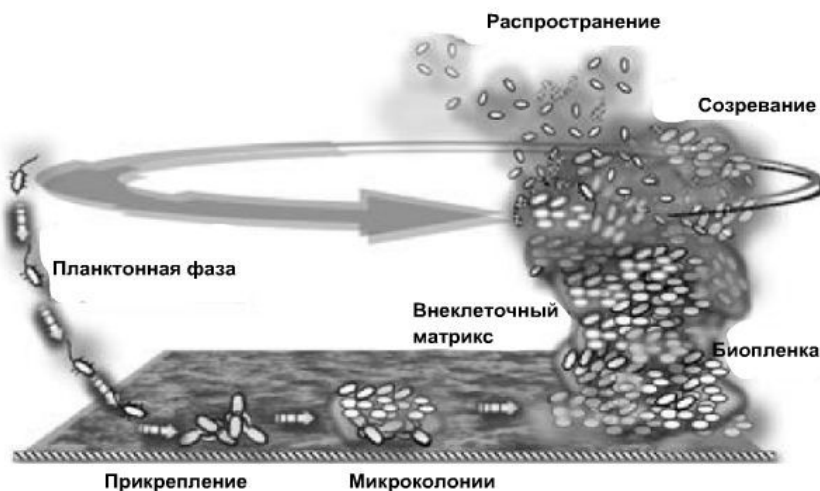
- ▶ Зубной налёт быстро образуется на контактных поверхностях зубов, в пришеечной области (вдоль десневого края), в фиссурах и ямках.
- ▶ Области, где колонии бактерий защищены от механического разрушения и интенсивного тока слюны, называют **зонами стагнации**.
- ▶ В зависимости от расположения на поверхности зуба различают **над- и поддесневой налёт**.

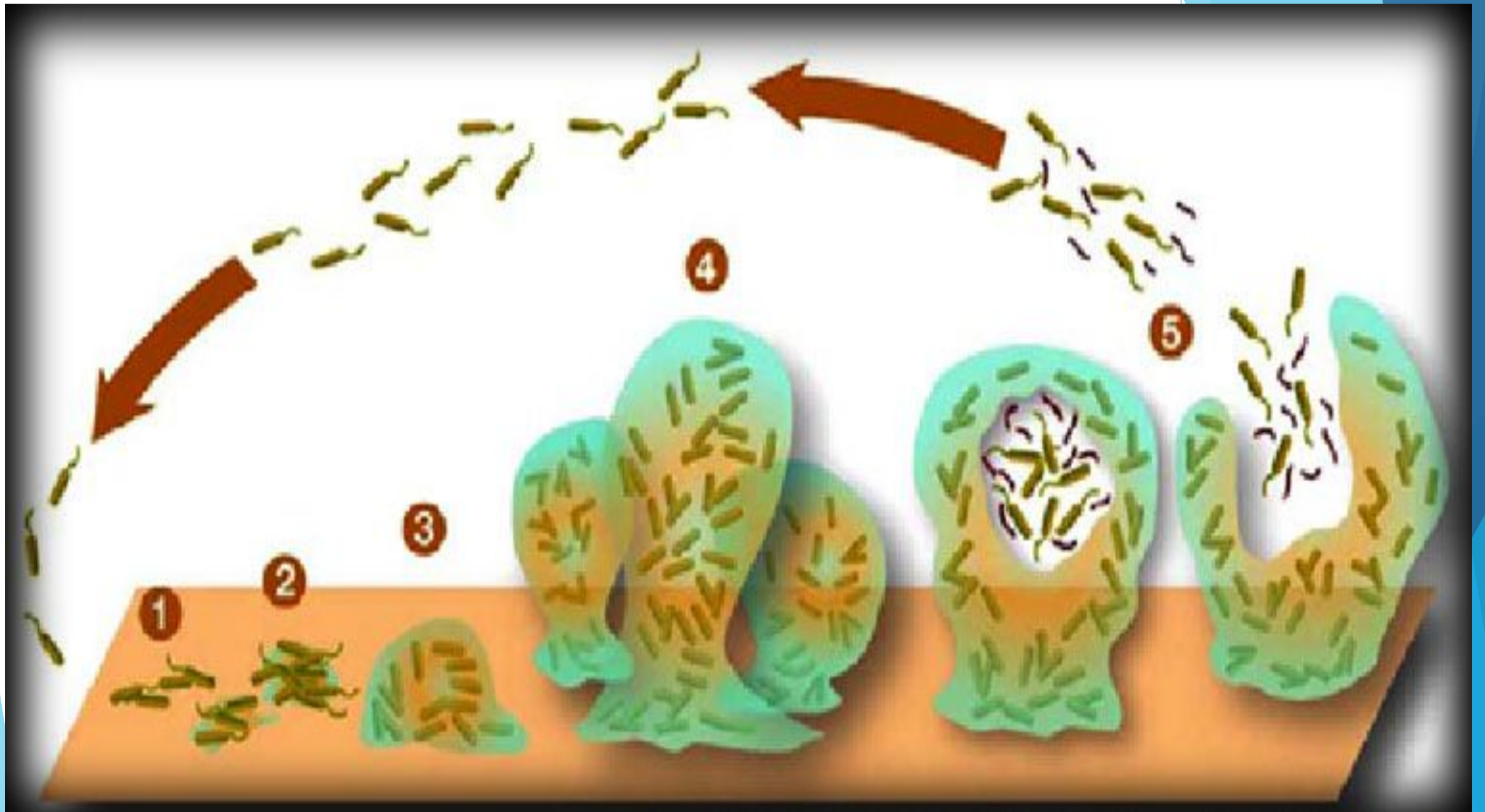


▶ Образование зубного налёта происходит в определённой последовательности.

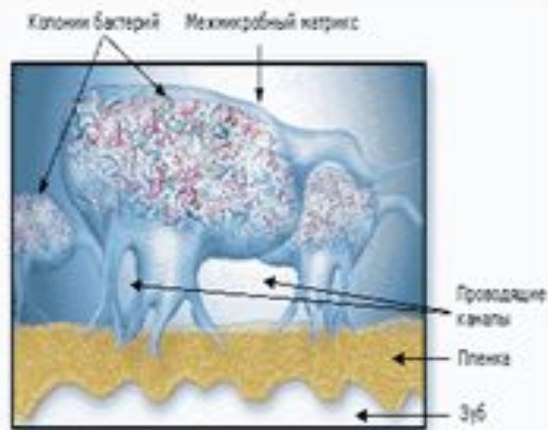
▶ Сначала бактерии прикрепляются к пелликуле, затем начинается образование внеклеточной структуры (матрицы), на которой бактерии размножаются и образуют колонии.

▶ Под влиянием внутренней среды полости рта между различными бактериями внутри микробной массы происходит физическое и физиологическое взаимодействие.









### ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БИОПЛЕНКИ:

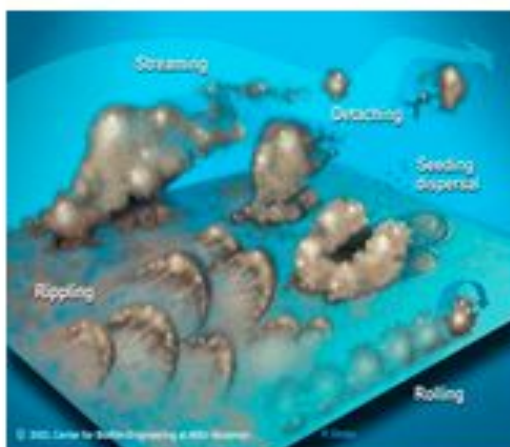
- Взаимодействующая общность разных типов микроорганизмов
- Микроорганизмы собраны в микроколонии
- Микроколонии окружены защитным матриксом
- Внутри микроколоний – различная среда
- Микроорганизмы имеют примитивную систему связи
- Микроорганизмы в биопленке устойчивы к антибиотикам, антимикробным средствам и реакции организма хозяина.

Наблюдаемые в микроскоп бактерии в биопленке распределены неравномерно. Они сгруппированы в микроколонии, окруженные обволакивающим межмикробным матриксом.



Биопленка обеспечивает для своих членов легкий доступ к питательным веществам;  
Устойчивость к антибиотикам и фагоцитозу;  
Способность подавлять иммунный ответ организма – все это приводит к высокой патогенности таких образований.

Матрикс пронизан каналами, по которым циркулируют питательные вещества, продукты жизнедеятельности, ферменты, метаболиты и кислород.  
Бактерии в биопленке общаются между собой посредством химических раздражений (сигналов). Эти химические раздражители вызывают выработку бактериями потенциально вредных белков и ферментов.



Миграции бактерий биопленки могут двигаться различными способами:

- Коллективно
- По ряби или прокатом по всей поверхности
- Путем отделения в сгустки.
- Индивидуально.



## Распространение биопленки:

Разъединяющие сигналы

## Факторы хозяина:

Стимулы окружающей среды  
Биосурфактанты  
Нарушение дистанционных  
микробных взаимодействий

## Созревание биопленки:

Подавление адгезии  
Дегградация матрицы  
Нарушение дистанционных  
микробных взаимодействий

## Начальная адгезия:

Биосурфактанты «Покрытие поверхности»

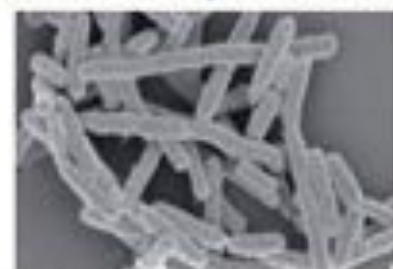
## 4. Разъединение клеток

Поверхность

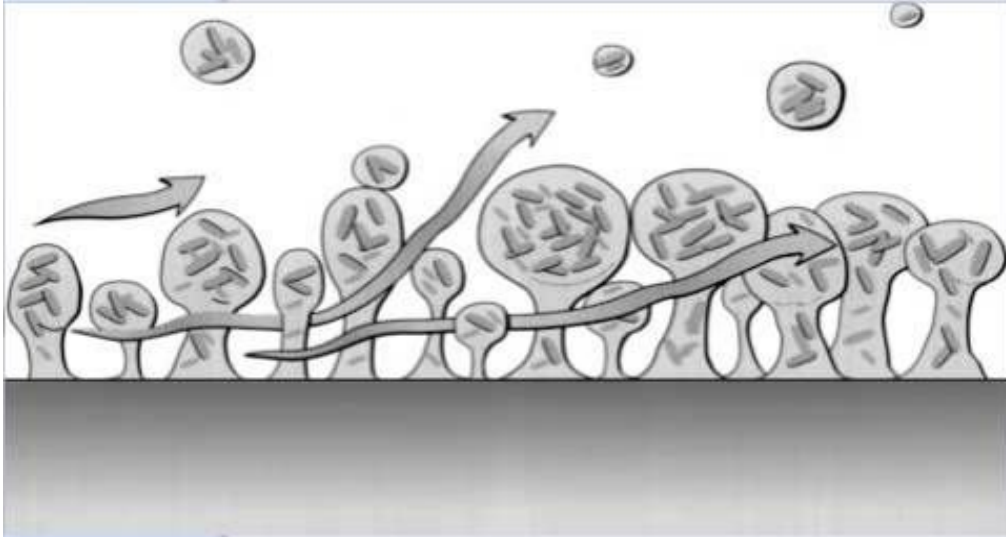
1. Первичная адгезия

2. Образование микроколонии

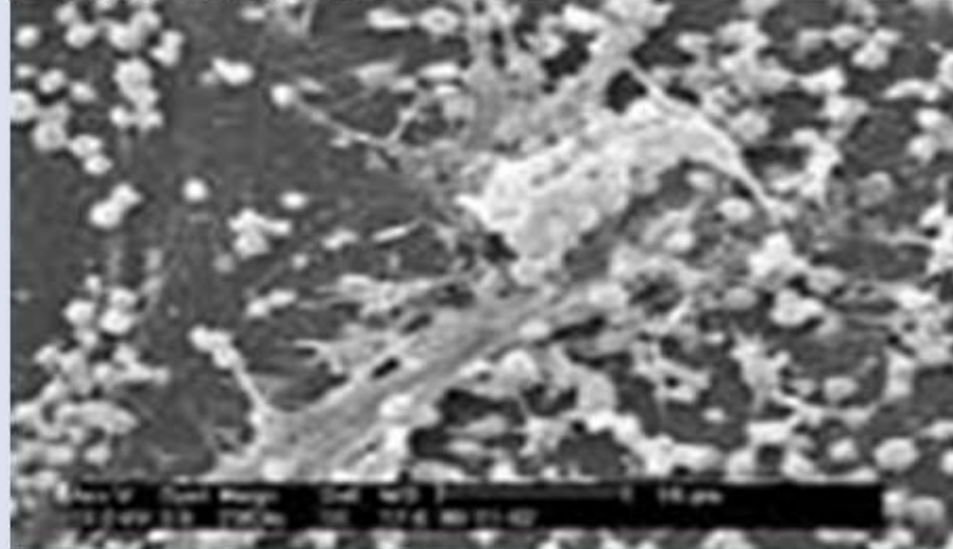
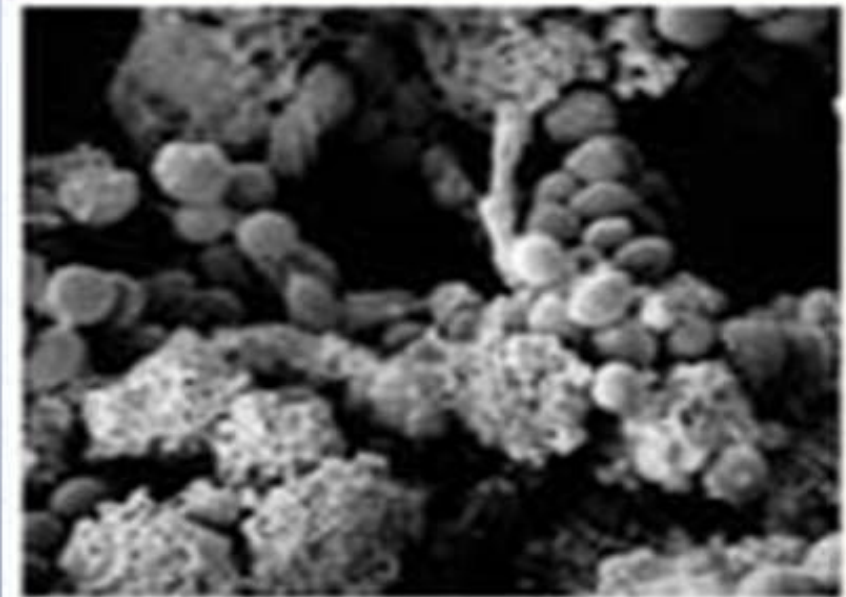
3. Зрелая 3D биопленка



# БИОПЛЕНКИ



1mm150kV 8.50E1 1712/03 SE

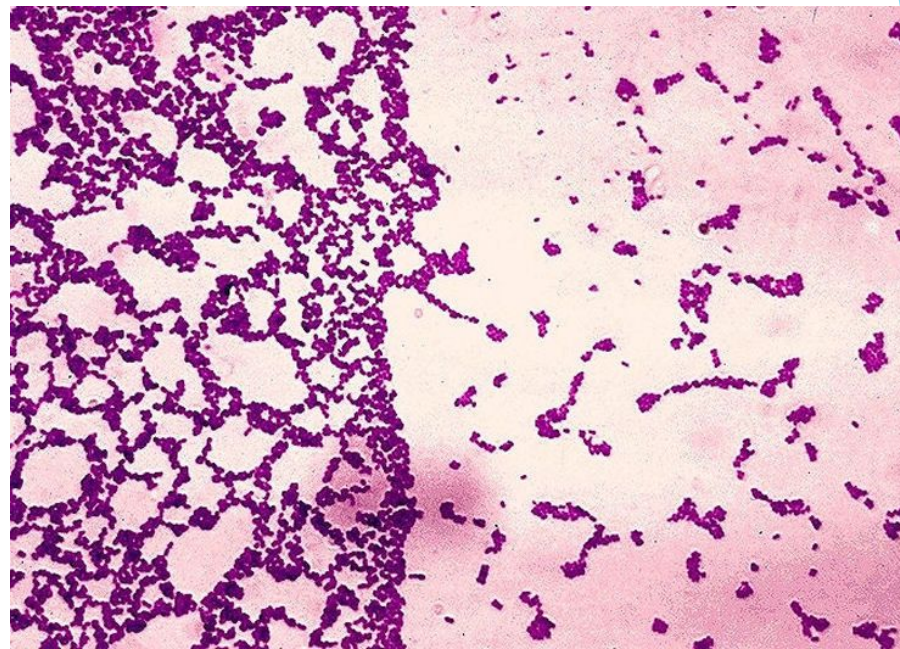


- ▶ В процессе образования зубного налёта можно выделить несколько фаз:
  - I фаза — **в течение 1-2 дней** на участке зуба, граничащем с десной, происходят адсорбция микромолекул и химическое прикрепление бактерий (их обратимая фиксация сменяется необратимой):
    - II фаза — **на 3-4-й** день наружный слой налёта покрывается слоем грамположительных палочек и сильно утолщается;
    - III фаза — **на 4-7-й** день налёт проникает под десну; бактерии и продукты их метаболизма циркулируют в зубодесневой борозде;
    - IV фаза — **на 7-11-й** день происходит развитие вторичной микрофлоры, присоединяются новые виды бактерий, например спирохеты и др.
- ▶ По мере роста налёта и увеличения его толщины, в нём начинают преобладать анаэробные формы бактерий, которые в значительном количестве вырабатывают **ферменты анаэробного гликолиза.**

- ▶ Интенсивное накопление в налёте продуктов жизнедеятельности бактерий замедляет диффузию в матрице (особенно при обильном поступлении углеводов с пищей).
- ▶ Межклеточные пространства закрываются, в результате чего происходит накопление органических кислот на ограниченном участке зуба. Со временем всё больше бактерий мигрирует под десну, процесс приобретает агрессивный характер, а наибольшую его активность наблюдают в поддесневой области.
- ▶ Необходимо отметить, что поверхность языка также благоприятна для образования налёта, что связано со сложностью его рельефа.



# 3. Микрофлора полости рта

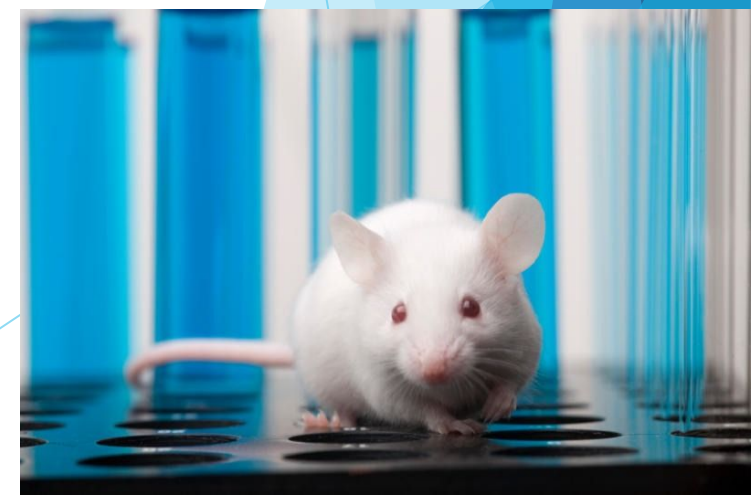


## ▶ **Микрофлора полости рта**

- ▶ Ротовая полость – открытая система, в которую питательные вещества и микроорганизмы поступают и откуда выводятся наружу.
  - ▶ Резидентная микрофлора полости рта – важный защитный фактор, влияющий на предотвращение колонизации экзогенными и зачастую патогенными микроорганизмами.
- ▶ **Представители микрофлоры образуют сложный комплекс, находящийся в равновесии с макроорганизмом и в норме не вызывающий заболевания.**
- ▶ Жевание, ток слюны и десневой жидкости, десквамация эпителиальных клеток слизистой оболочки и гигиенические процедуры способствуют удалению бактерий с поверхности зубов. 1 мл цельной слюны содержит более 200 млн бактерий (около 250 видов). Учитывая, что в слюне присутствуют практически все виды микроорганизмов полости рта, можно проводить микробиологические исследования с подсчетом бактерий и определением риска возникновения кариеса.

▶ Роль микрофлоры полости рта в развитии кариеса была установлена более 100 лет назад, а научное обоснование получила после проведения серии опытов в 50-х годах XX в.

▶ В опыте на молодых крысах, содержащихся в стерильных условиях и получавших кариесогенную, но стерильную пищу, кариес у животных не возникал. У 96% крыс контрольной группы с таким же рационом, но находившихся в обычных условиях, обнаружена высокая пораженность кариесом (до четырёх моляров у каждого животного). При введении стерильным крысам внутрь культур энтерококков, выделенных из кариозных полостей животных контрольной группы, наблюдали интенсивное развитие кариеса (при условии содержания крыс на кариесогенной диете). Эти факты нужно учитывать при стоматологическом консультировании беременных и молодых родителей.





- ▶ Бактерии, содержащиеся в слюне, активно потребляют её углеводы, гликопротеиды, аминокислоты, витамины и неорганические соли. Микроорганизмы, расположенные в глубоких слоях налета, в меньшей степени используют компоненты слюны.
- ▶ Кроме того, **питательной средой для микрофлоры служит экссудат десневой бороздки** (десневая жидкость), объём которого зависит от выраженности воспаления десны
- ▶ Микробиоценоз полости рта меняется с течением кариозного процесса. Особенно **возрастает количество кислотообразующих штаммов.**
- ▶ Микрофлора на поверхности зубов, языка, слизистой оболочки, в десневой борозде может отличаться, так как в разных участках полости рта вегетируют бактерии, характерные именно для этой области. Кроме того, различие в составе микрофлоры обнаружено даже на различных участках поверхности одного зуба.
- ▶ Краевые дефекты пломб могут создавать благоприятные условия для фиксации бактерий.

- ▶ Особенно большое количество микроорганизмов обнаруживают в зубном налете. 1 мг налета содержит более 200 млн бактерий (около 325 видов); также присутствуют вирусы и простейшие. Среди бактерий зубного налета преобладают стрептококки.
- ▶ К кариесогенным видам относят **Streptococcus mutans (наиболее патогенные, составляющие 80-90% общего количества бактерий), Streptococcus sanguis, Streptococcus salivarius.**
- ▶ Излюбленные места их локализации — контактные поверхности зубов, краевые дефекты пломб. Рост численности Streptococcus mutans способствует прогрессированию поражения эмали.
- ▶ **Лактобациллы** более активно продуцируют кислоту при кариесе, и, наоборот, при пломбировании кариозных полостей их количество уменьшается. Содержание лактобацилл в слюне намного выше, чем в зубном налете.
- ▶ **Повышение количества углеводов в полости рта и снижение pH способствует повышению кариесогенных свойств других бактерий.** Актиномицеты, Streptococcus salivarius способствуют возникновению кариеса, локализуя преимущественно в фиссурах и на поверхности корня.

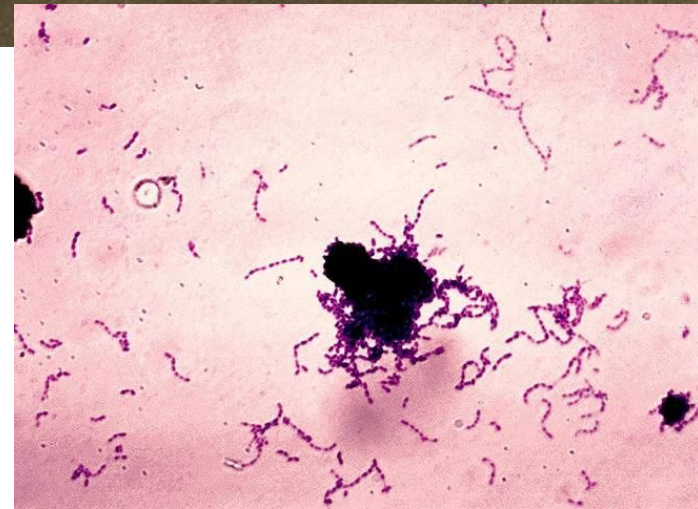
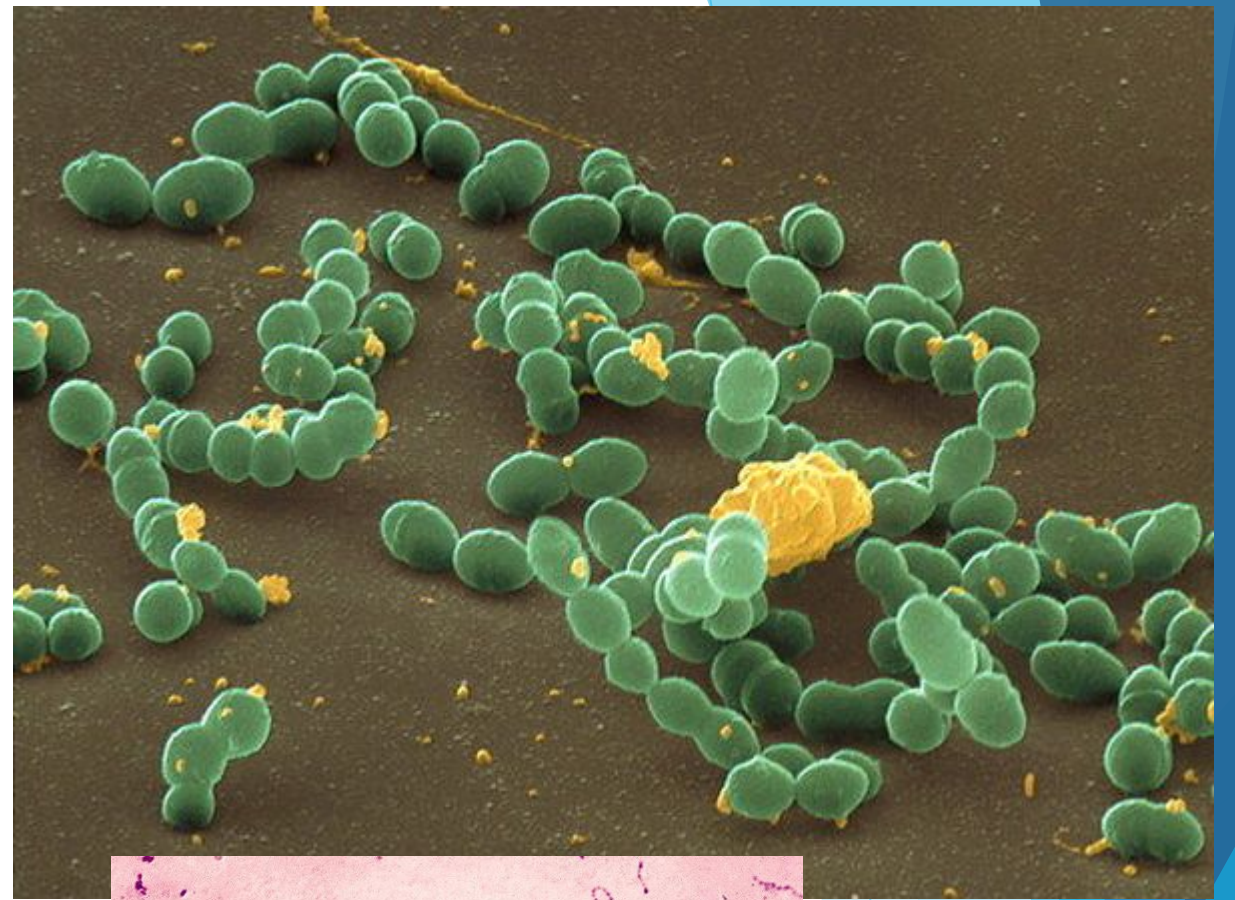
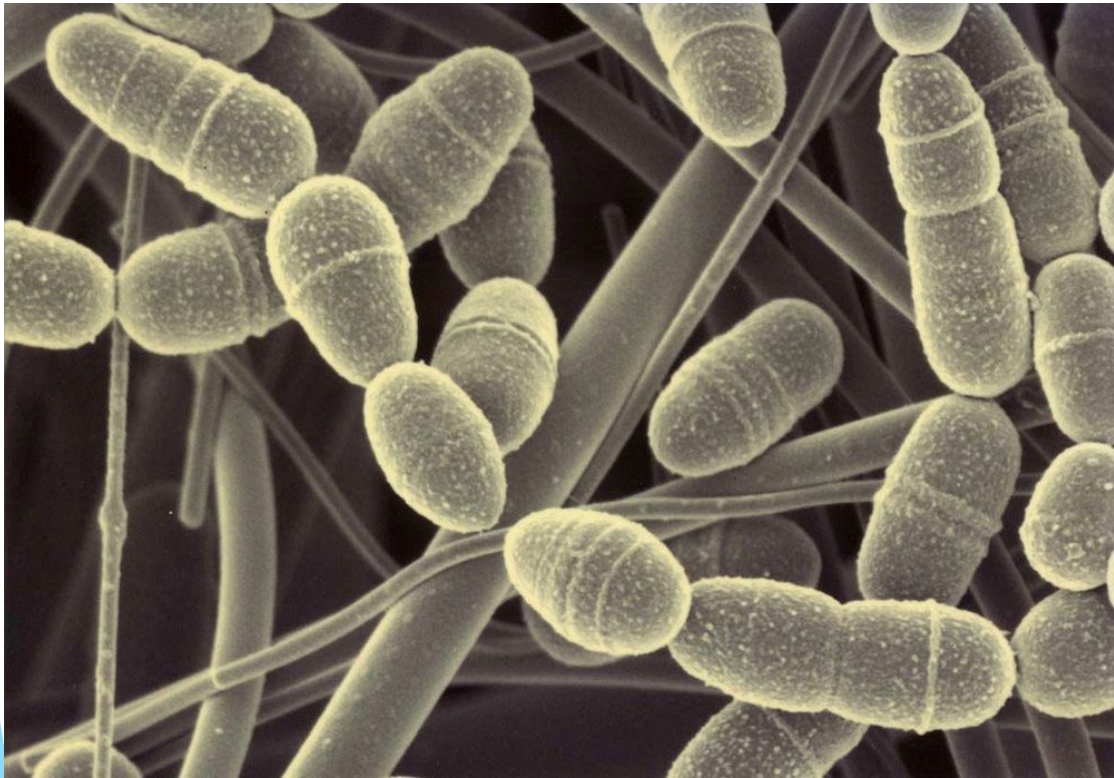


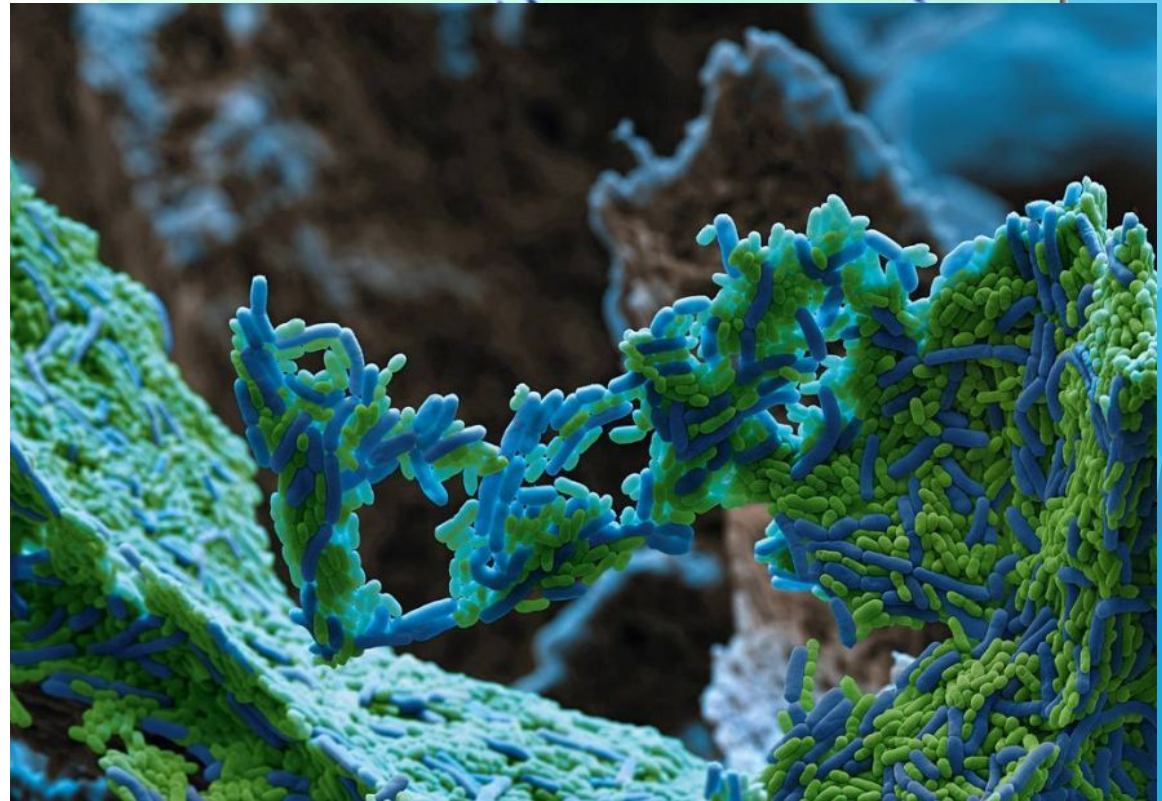
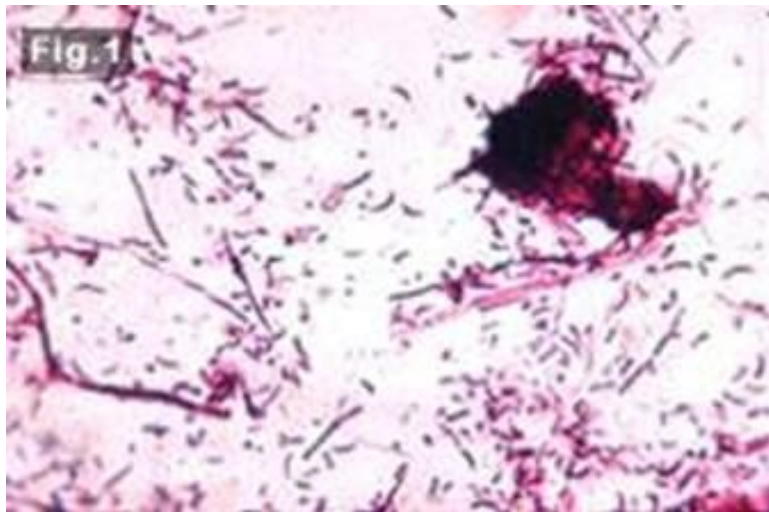
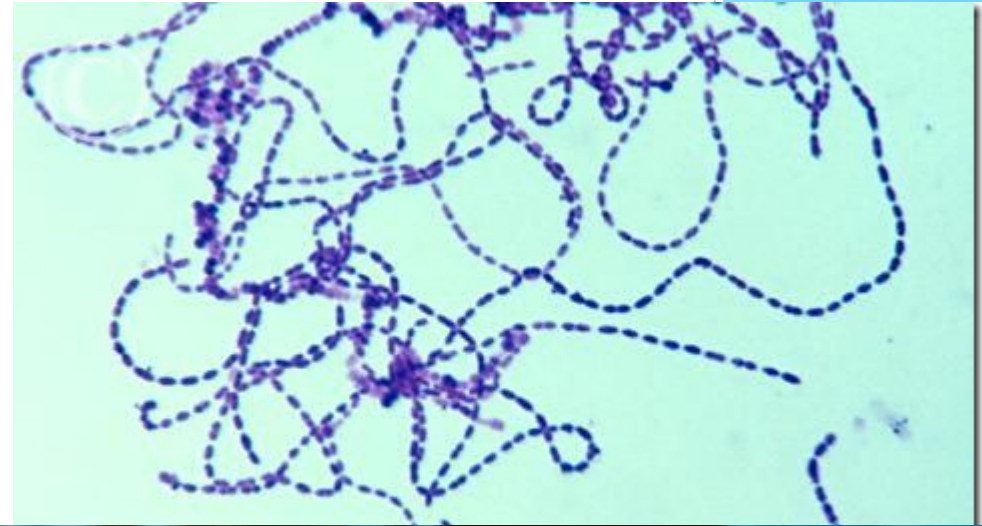
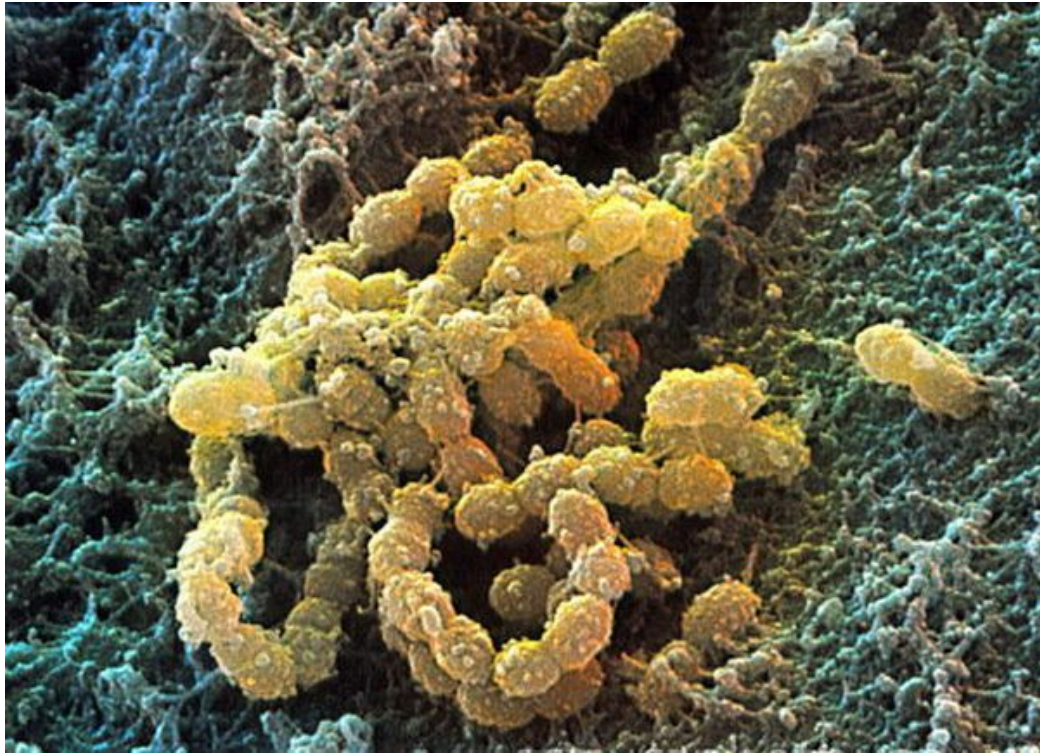
*Streptococcus mutans*



Teeth-Dental caries

Heart valves-Infective endocarditis





# 4. Углеводы

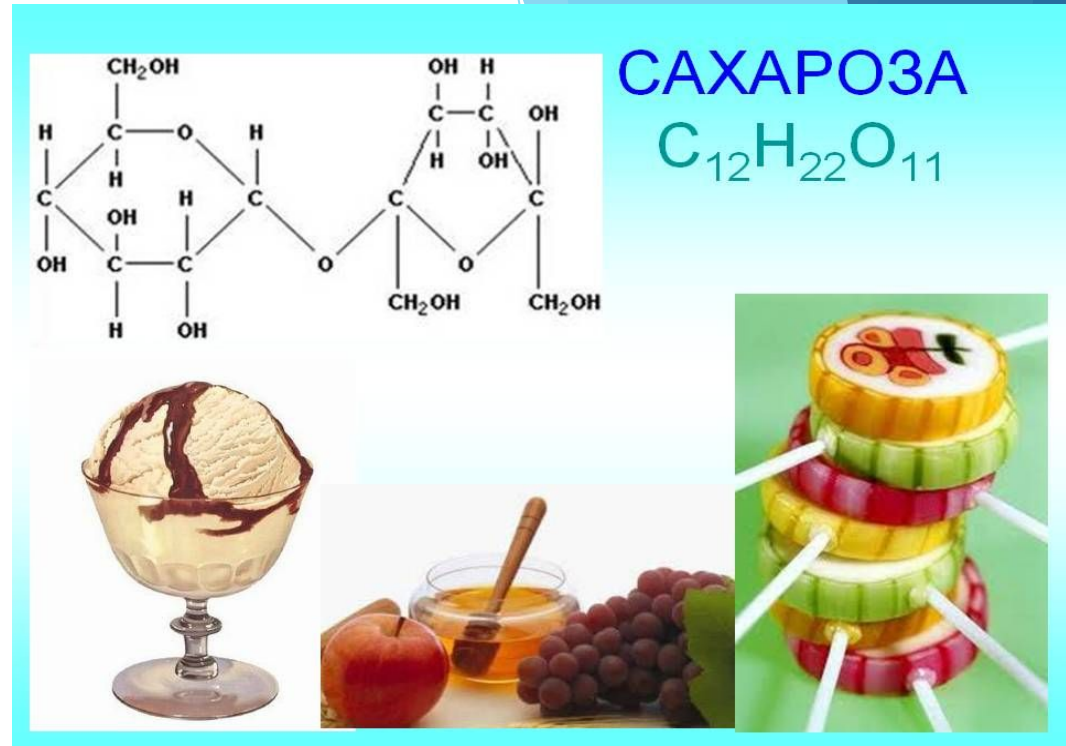


# Углеводы

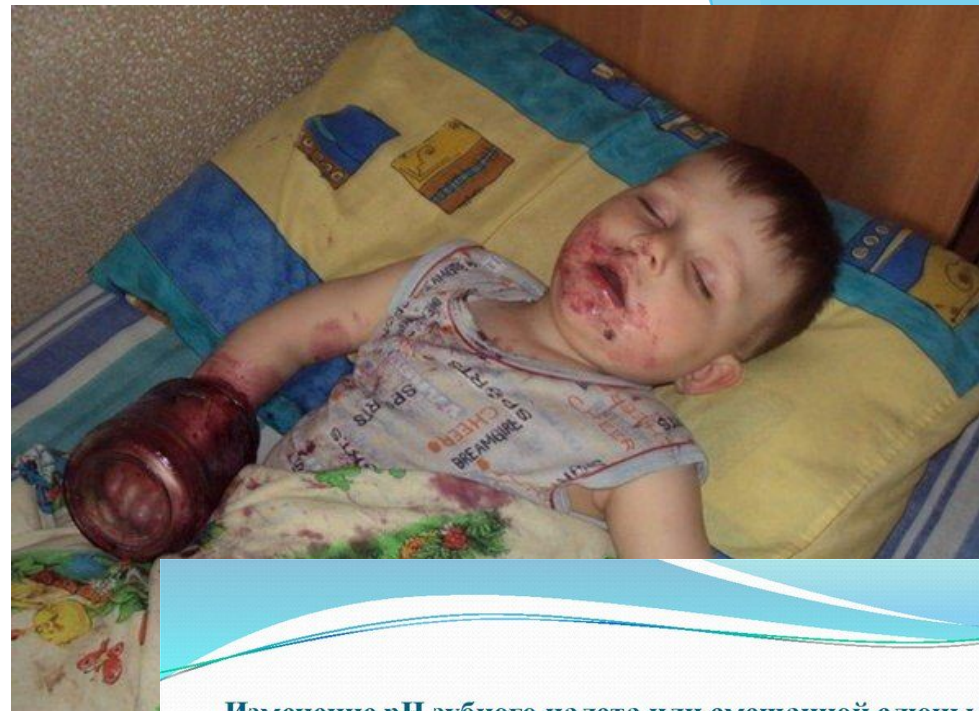
▶ Субстратом для анаэробного брожения с участием стрептококков в основном служат углеводы (сахароза), а для некоторых штаммов бактерий – аминокислоты.

▶ Сахароза – дисахарид, состоящий из фруктозы и глюкозы, благоприятствующий росту *Streptococcus mutans* и **участвующий в формировании внеклеточных полисахаридов.**

▶ От количества углеводов в зубном налёте зависит активность процессов ферментации.

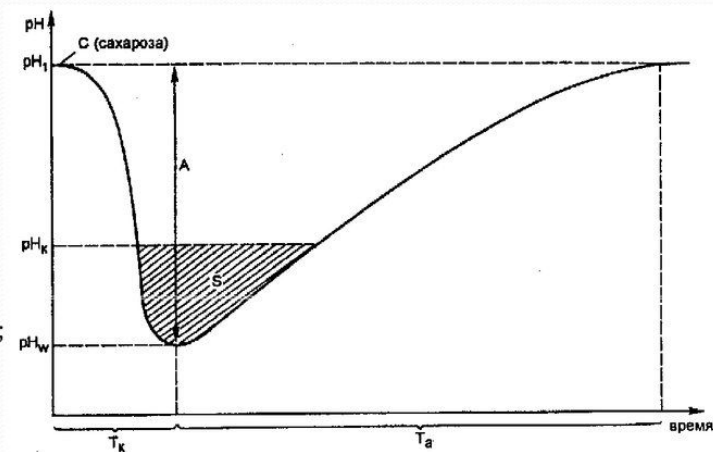


- ▶ в процессе метаболизма углеводов молочнокислые бактерии продуцируют до 90% **молочной кислоты**.
- ▶ Особенно активно процесс гликолиза протекает при уменьшении слюноотделения (во время сна).
- ▶ Кроме молочной кислоты в налёте образуются **муравьиная, масляная, пропионовая и другие органические кислоты**. Это влечёт за собой **стремительное снижение pH от 6 до 4 в течение нескольких минут**.



Изменение pH зубного налета или смешанной слюны в результате микробного гликолиза сахаров получило название *кривой Стефана* (по имени Р. Стефана, впервые в 1940 г. наблюдавшего быстрое снижение pH зубного налета и последующее медленное его восстановление после аппликации на зубные ряды растворов глюкозы и сахарозы).

где:  
 $pH_i$  – начальное значение pH;  
 A – амплитуда кривой;  
 $T_k$  – длительность катакроты;  
 $T_a$  – длительность анакроты;  
 $pH_k$  – критическое значение pH;  
 S – интенсивность критического значения pH;  
 $pH_w$  – минимальное значение pH.



- ▶ Бактерии зубного налёта способны синтезировать, накапливать и ферментировать внутриклеточные биополимеры (полисахариды, нуклеиновые кислоты, белки, липиды). Их накопление происходит при избытке углеводов, а расщепление и утилизация – в процессе жизнедеятельности и роста бактерий.
- ▶ **В присутствии сахарозы микроорганизмы способны образовывать внеклеточные гетерополисахариды – биополимеры, содержащие различные углеводы (гликаны, декстраны, леваны).**
- ▶ Гликаны усиливают адгезию микробов друг к другу и к поверхности зуба, способствуя увеличению объёма налёта.
- ▶ В процессе расщепления декстрана и левана микроорганизмами образуются органические кислоты, которые оказывают деминерализующее действие на эмаль зуба.
- ▶ Микроорганизмы в качестве источника энергии в большей мере используют леван.



# 5. Ротовая жидкость



# Ротовая жидкость

- ▶ Ротовая жидкость (смешанная слюна) исключительно важна для поддержания постоянства среды полости рта и нормального функционирования органов и тканей.
- ▶ Следует различать слюну – секрет слюнных желез, и **ротовую жидкость**, в которой помимо секрета присутствуют микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, клетки десквамированного эпителия, лейкоциты, мигрирующие в полость рта через эпителий зубодесневой борозды, остатки пищи.
- ▶ В норме у человека в сутки секретруется около 1500 мл слюны. Мелкие слюнные железы выделяют секрет постоянно, слюноотделение крупных желёз имеет рефлекторную природу и зависит от воздействия пищевых раздражителей на рецепторы слизистой оболочки. Во время сна, а также у лиц старше 55-60 лет слюноотделение замедляется, что оказывает неблагоприятное воздействие на ткани полости рта.

- ▶ В состав слюны входят вода (99,42%), органические и неорганические вещества (0,58%).
- ▶ Из **неорганических веществ** присутствуют **соли кальция, фосфаты, соединения калия и натрия, фториды, хлориды, бикарбонаты.**
- ▶ **Органические компоненты** представлены протеинами, углеводами, свободными аминокислотами, ферментами, витаминами.
- ▶ Количество и скорость движения ротовой жидкости в различных участках полости рта неодинаковы.
- ▶ В области язычной поверхности нижних моляров присутствует больше слюны, ток её более интенсивный, в то время как в области вестибулярной поверхности зубов верхней челюсти количество слюны и скорость её движения ниже.

- ▶ Ротовая жидкость в полости рта очень тонким слоем (около 0,1 мм) покрывает зубы и мягкие ткани и медленно движется в определённом направлении.
- ▶ **Состав и свойства ротовой жидкости определяют многообразие её функций:**
  - **Увлажнение слизистой оболочки**, защита тканей полости рта от высыхания (покрытие слоем муцина). При снижении количества слюны возрастает интенсивность поражения твердых тканей зубов, возникает ощущение сухости, затруднения при проглатывании твёрдой пищи и при разговоре.
  - **Участие в очищении полости рта от остатков пищи**, бактерий и продуктов их жизнедеятельности.



- ▶ • **Бактерицидное, противогрибковое и противовирусное действия**, осуществляемые с помощью лизоцима, липазы, ДНКазы, РНКазы, лейкинов, секреторного IgA, IgG и IgM. В состав ротовой жидкости также входят энзимы, принимающие участие в разрушении органической части дентина, матричная металлопротеиназа (ММП), а именно – основной органический компонент дентина коллагена I.
- ▶ • **Обеспечение местного гомеостаза.**
- ▶ • **Стимуляция процессов регенерации тканей**, связанная с плазмосвёртывающей (тромбопластин, антигепариновая субстанция, протромбин) и фибринолитической способностью (активаторы и ингибиторы фибринолиза).



- ▶ • **Нейтрализация кислот и щелочей, образующихся в зубном налёте, которую обеспечивают буферные системы (бикарбонатная, фосфатная и белковая).** Снижение pH ротовой жидкости — это развитие благоприятных условий для размножения патогенной и условно-патогенной микрофлоры полости рта.
- ▶ • **Участие в процессах минерализации твёрдых тканей зуба,** поддержание гомеостаза эмали с момента прорезывания зуба.
- ▶ • **Увлажнение пищевого комка,** облегчающее жевание и проглатывание, **начальная ферментация углеводов** благодаря присутствию в слюне  $\alpha$ -амилазы, мальтазы.



# Гистологические изменения при кариесе.



- ▶ Под воздействием кариесогенных факторов происходит подповерхностная деминерализация эмали: концентрация минеральных веществ уменьшается, увеличивается объём микропространств.
- ▶ **ПОВЕРХНОСТНЫЙ КАРИЕС.**
- ▶ Если неповрежденная эмаль содержит до 1% микропространств, то при очаговой деминерализации (начальный кариес) их объём увеличивается до 3-5% в наружном слое зоны поражения и до 20% в теле поражения. Клинически это выражается образованием **белого пятна**, которое можно наблюдать примерно через 2 нед.
- ▶ **Белое пятно – подповерхностная деминерализация эмали, протекающая на фоне её неповреждённых глубоких слоёв и эмалево-дентинного соединения.**
- ▶ При этом наружный слой эмали практически не изменен, так как после устранения зубного налёта как этиологического фактора деминерализации под действием минерального состава слюны ткани зуба подвергаются обратному процессу – реминерализации.
- ▶ После высушивания поверхности зуба видна зона, отличающаяся от окружающих тканей отсутствием естественного блеска и изменением цвета, что можно объяснить разницей коэффициентов преломления света интактной и поврежденной эмали.





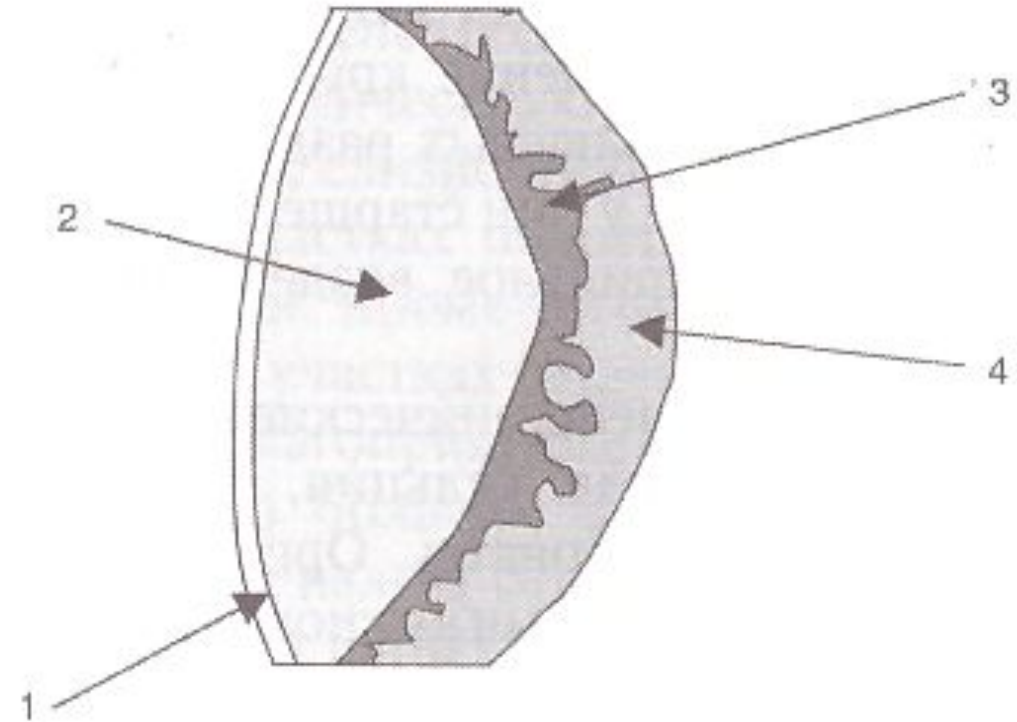
## ▶ НАЧАЛЬНЫЙ КАРИЕС.

▶ Через 3 нед при поляризационной микроскопии можно обнаружить очаг поражения треугольной формы с основанием, обращённым к поверхности эмали.

▶ В наружном слое очага (толщина 20-50 мкм) изменения практически отсутствуют.

▶ В теле поражения определяют порозное повреждение, рядом с которым расположена относительно **бесструктурная прозрачная зона**.

▶ В 90-95% повреждений, при многократно повторяющихся процессах деминерализации, возникает **тёмная зона**, расположенная между прозрачной областью и телом повреждения. Объем пор в тёмной зоне достигает 2-4%.



Начальный кариес (стадия белого пятна). 1 — наружная зона; 2 — тело поражения; 3 — тёмная зона; 4 — прозрачная зона

- ▶ Этот процесс считают обратимым.
- ▶ При удалении налёта в течение 4 нед и дальнейшем контакте поверхности зуба с ротовой жидкостью процессы реминерализации преобладают, и начальные изменения в эмали могут получить обратное развитие.

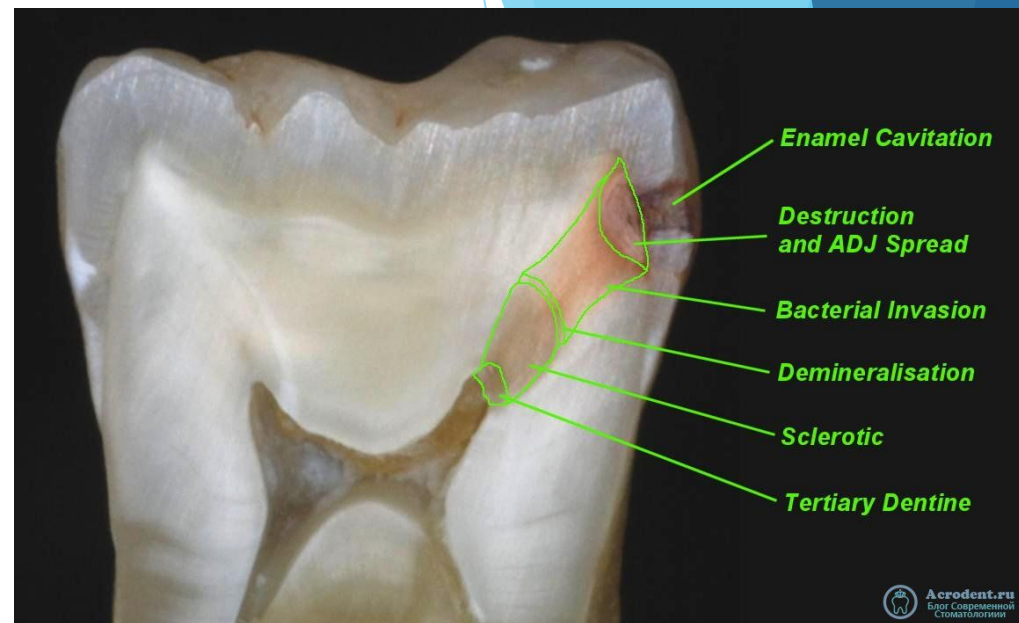


## ▶ СРЕДНИЙ КАРИЕС / ГЛУБОКИЙ КАРИЕС

▶ При длительно преобладающей деминерализации в процесс вовлечены глубокие слои эмали, происходят изменения в эмалево-дентинном соединении, наблюдают реактивные изменения в пульпе зуба.

▶ В световом микроскопе на шлифе зуба можно увидеть следующие зоны:

- ▶ • зону распада и деминерализации эмали и дентина;
- ▶ • зону прозрачного и интактного дентина;
- ▶ • зону заместительного дентина и изменений в пульпе



Зона деминерализации

Зона деминерализации

«Dead tract»

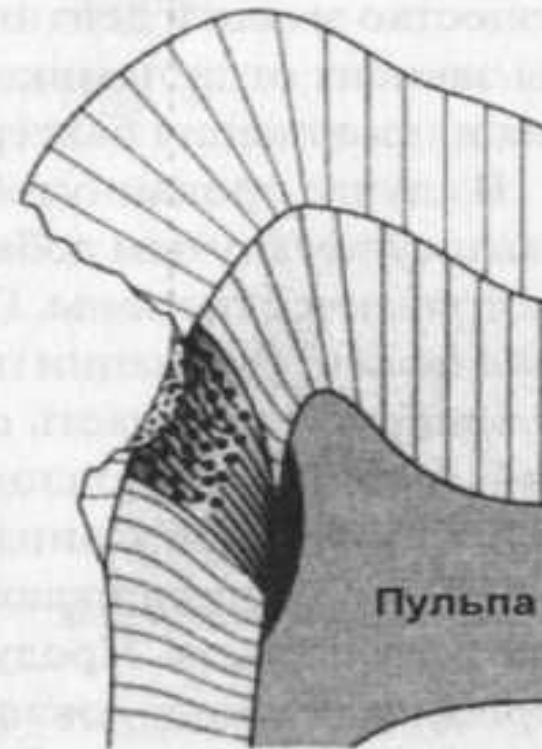
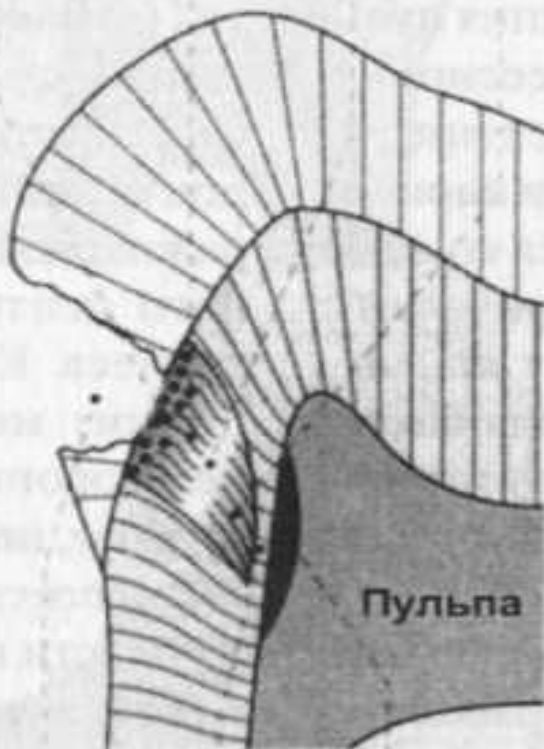
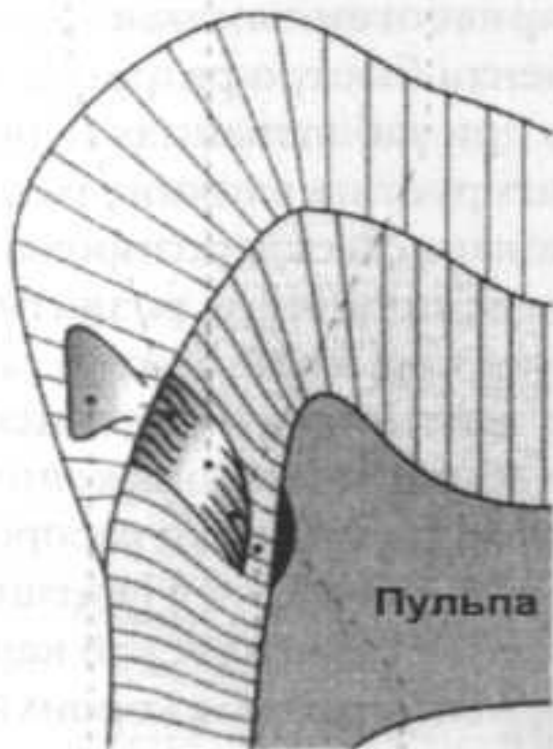
Зона пенетрации

«Dead tract»

Склеротическая зона

Склеротическая зона

Зона некроза



Кариес эмали

Третичный дентин

Нормальный дентин

а

Кариес эмали

Третичный дентин

Нормальный дентин

б

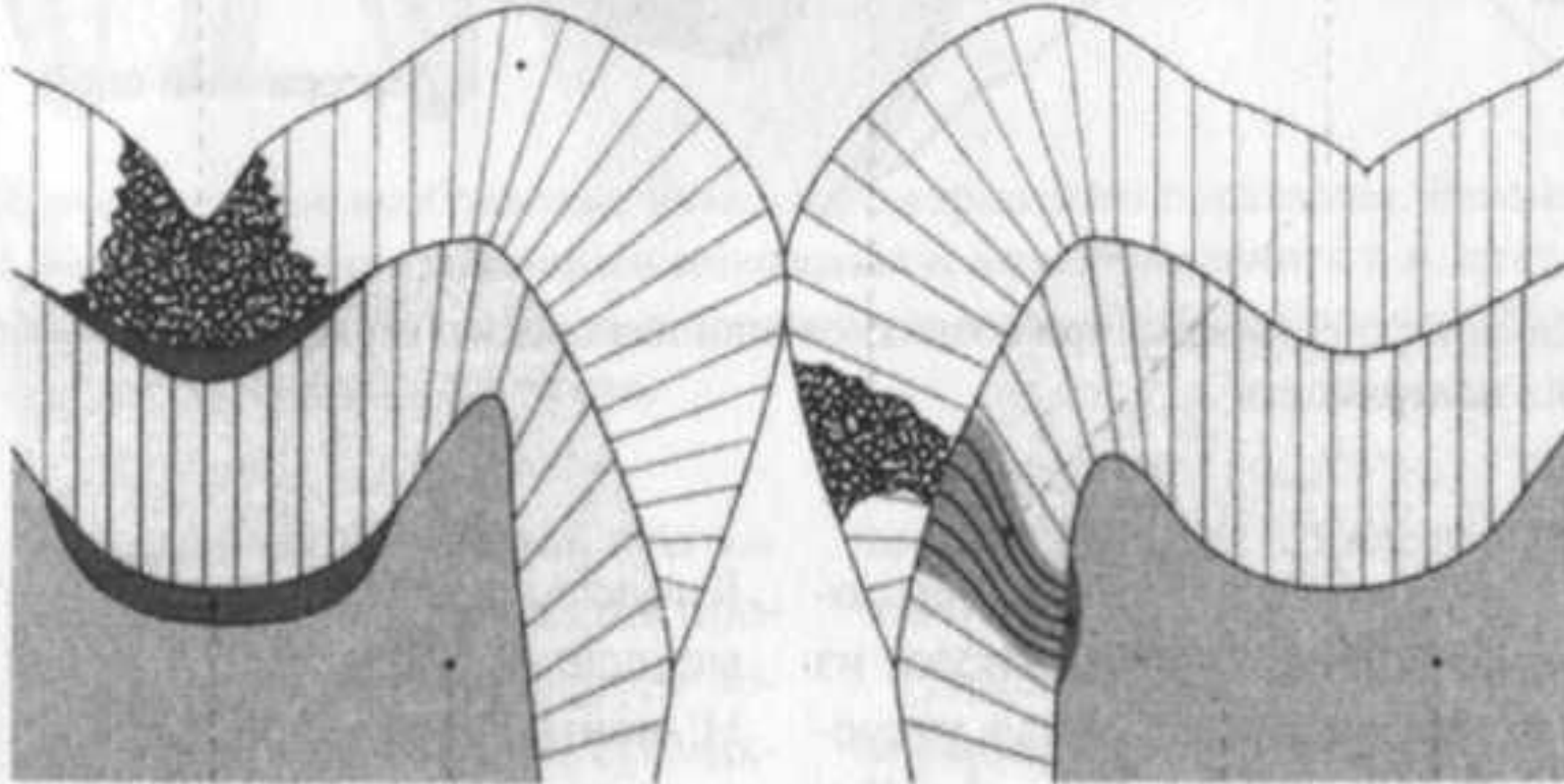
в

Фиссурный  
кариес

Эмаль

Апроксимальный  
кариес эмали

Апроксимальный  
кариес дентина



Вторичный дентин Пульпа

Вторичный дентин Пульпа



- ▶ В зоне распада и деминерализации эмали и дентина присутствует большое количество микроорганизмов, обитающих в толще разрушенной эмали и дентина.
- ▶ Дентинные трубочки расширены, местами сливаются с микрополостями.
- ▶ Дентинные отростки одонтобластов подвержены жировой дистрофии. На месте разрушенных отростков скапливаются микроорганизмы, которые продуцируют ферменты, растворяющие органическое вещество дентина.
- ▶ Слой прозрачного дентина, в котором канальцы значительно сужены (зона гиперминерализации), переходит в слой интактного дентина, расположенного над пульпой.
- ▶ Со стороны пульпы происходят образование слоя заместительного дентина, уменьшение количества и дезориентация одонтобластов. Морфологические изменения в сосудах пульпы подобны острому воспалению. Дегенеративные изменения в нервных волокнах ведут к деструкции их осевого цилиндра.





стадия пятна



поверхностный кариес



средний кариес



глубокий кариес

