

ЗАПОРОЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра пропедевтической и хирургической стоматологии

Кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии

В.К.Сырцов, О.Н.Сулаева, Г.А. Зидрашко, Е.Г. Алиева, И.В.Сидорова,
Т.С. Громоковская, Л.В. Макеева, М.Л. Таврог

Гистология, цитология и эмбриология эмали

Учебное пособие для студентов стоматологических вузов (факультетов)

Запорожье, 2015

В.К.Сырцов, О.Н.Сулаева, Г.А. Зидрашко, Е.Г. Алиева, И.В.Сидорова, Т.С.
Громоковская, Л.В. Макеева, М.Л. Таврог
Запорожье, 2015.- С.40

РЕЦЕНЗЕНТ:

д.м.н., профессор В.М. Евтушенко

УТВЕРЖДЕНО:

цикловой методичной комиссией кафедр медико-биологического профиля Запорожского государственного медицинского университета как учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности «Стоматология» (Протокол № 1 от 28.08.15).

В учебном пособии изложен теоретический материал о гистологическом строении и развитии эмали, поверхностных образованиях эмали, морфологии кариозного процесса. Пособие иллюстрировано многочисленными рисунками и схемами.

Учебное пособие рекомендовано для студентов медицинских университетов, академий, институтов, интернов, преподавателей и врачей-стоматологов.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭМАЛИ

Эмаль – самая твердая ткань организма человеческого организма, которая покрывает коронку зуба (рис. 1), достигая максимального развития (до 2,5 мм толщины) на остриях жевательных горбиках.

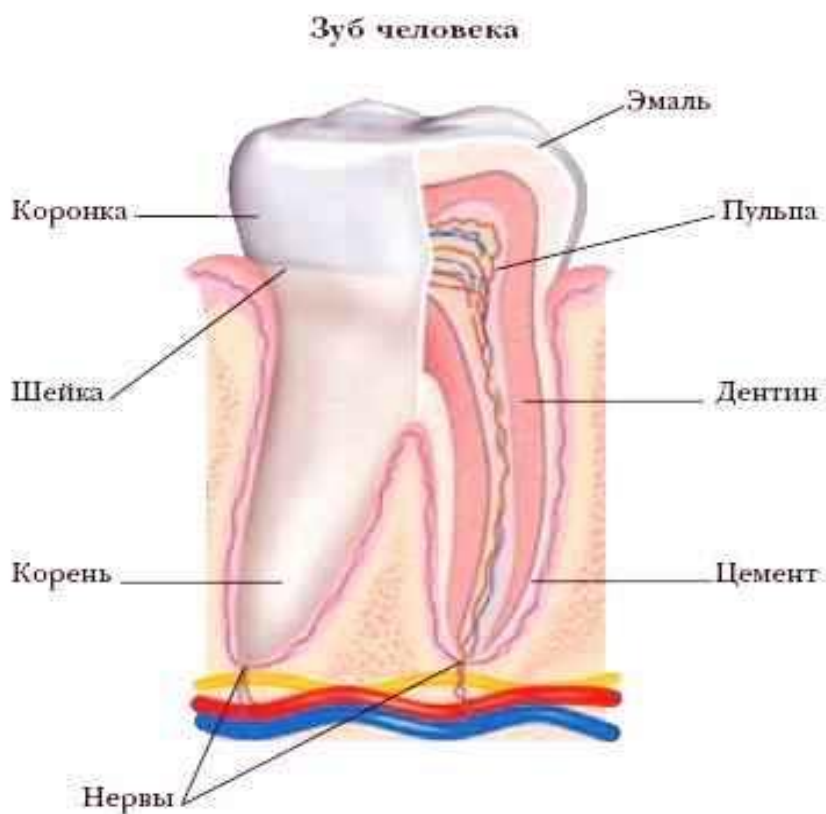


Рис. 1

Функции эмали:

- защита подлежащих тканей (дентина и пульпы) от воздействия внешних раздражителей;

- сохранение зуба как органа при захвате, откусывании и пережевывании жесткой пищи.

Состав эмали:

1. Неорганические в-ва (97%) кристаллы гидроксиапатита (75%), карбонапатита, фторапатита, хлорапатита;
2. Органические в-ва (1,2%) белки, липиды, углеводы (глюкоза, маноза, галактоза). Это преимущественно белки-гликопротеины, которые

образуют филаментозный матрикс эмали с диаметром филаментов около 25 нм

3. Вода (3,8%) .

Эмаль состоит из эмалевых призм и соединяющего их межпризматического вещества.

Эмаль (безклеточная ткань) - обызвествленный секрет клеток энамелобластов

Энамелобласты (амелобласты, адамантобласты) имеют вытянутую форму, хорошо развиты митохондрии, Гр. ЭПС и КГ. В апикальной части имеются плотно расположенные гликопротеиновые филаменты, из которых формируется осевая нить энамелобласта(рис. 2). Специфический вырост апикальной части энамелобласта наз. **отростком Томса** (рис. 3).

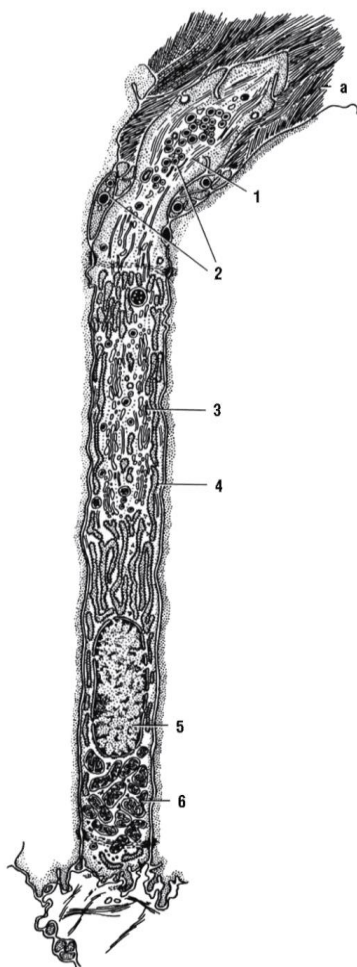


Рис. 8. Морфология энамелобластов

1- отросток Томса; 2- секреторные гранулы; 3- комплекс Гольджи; 4- гр.ЭПС; 5- ядро; 6- митохондрии.

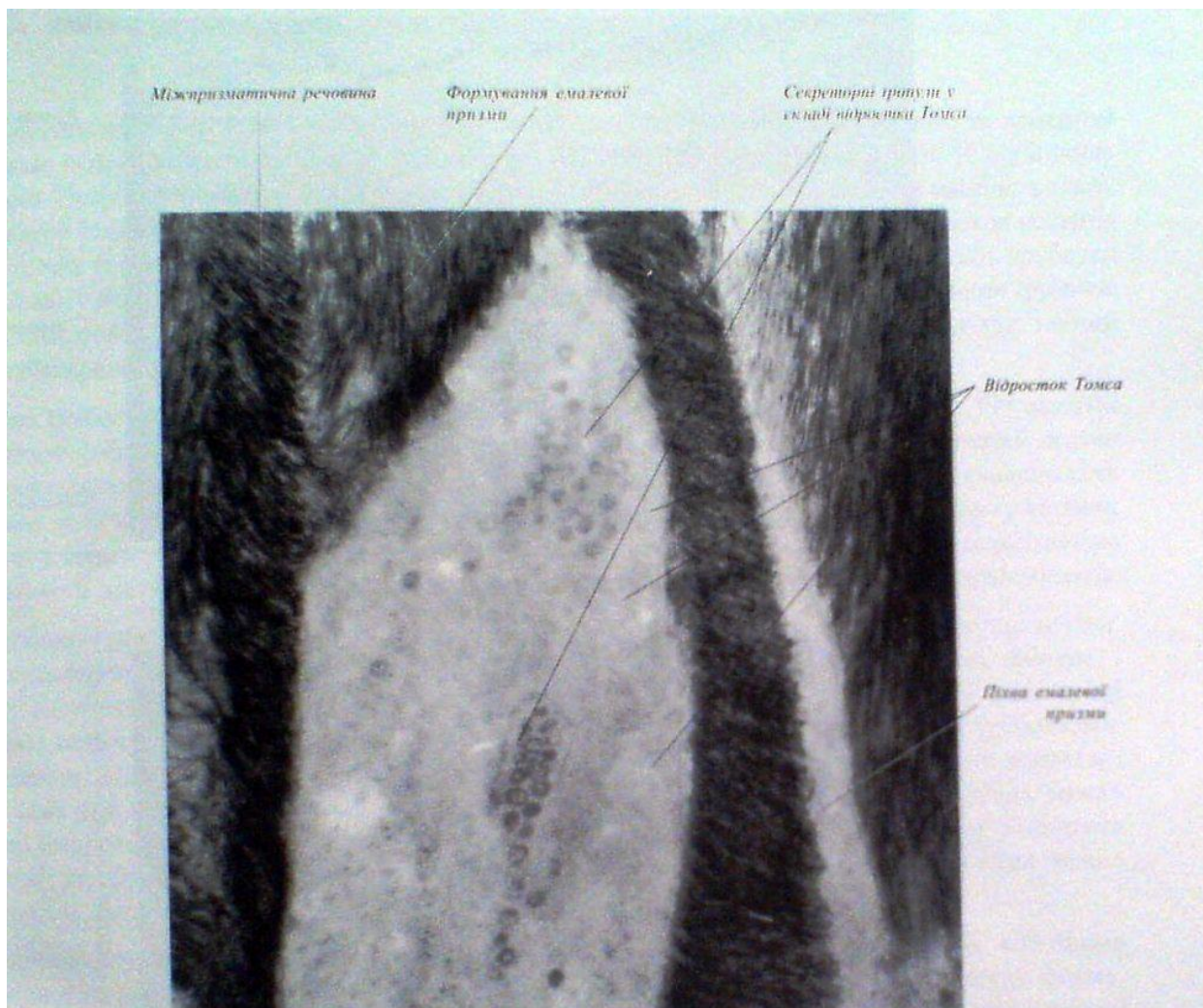


Рис. 3 Отросток Томса энамелобласта и продуцированный им филаментозный органический матрикс

Поверхность эмали покрыта плотной оболочкой, построенной из отростков Томса редуцированных энамелобластов – **кутикулой эмали**, или **оболочкой Насмита**. Она устойчива к действию кислот, однако быстро стирается на жевательных поверхностях и в функционирующем зубе выявляется только на боковых поверхностях коронки.

Продолжительность жизни энамелобластов ограничен периодом гистогенеза тканей зуба.

После прорезывания зубов эти клетки разрушаются и только их редуцированная часть (**отросток Томса**) сохраняется в составе кутикулы эмали. Поэтому поврежденная эмаль не возобновляется.

ПЕЛЛИКУЛА

Эмаль любого зуба покрыта снаружи слоистой органической пленкой, называемой **пелликулой**. После прорезывания зубов на поверхности кутикулы адсорбируется тонкий слой гликопротеинов слюны.

После механической очистки поверхности эмали она целиком восстанавливается в течении нескольких часов

Уже через 2 часа после чистки зубов в формирующейся пелликуле выявляются микроорганизмы. Они полностью заселяют пелликулу и через день-два образуется бактериальная (зубная) бляшка.

Отложения неорганических веществ в зубной бляшке приводит к образованию зубного камня (около 12 суток).

Пелликула влияет:

на диффузию веществ в поверхностных слоях эмали,
противодействует ее кислотным повреждениям,
играет роль в возникновении и протекании патологических процессов.

Структурно-функциональная единица эмали - эмалевая призма - продукт жизнедеятельности одного энамелобласта. Каждая призма пронизывает всю толщу эмали (рис. 5).

Призма имеет полигональную форму, волнообразную (S-образную) изогнутость и располагается радиально к дентину и продольной оси зуба.

Структурная единица эмали – кристаллы апатитов.

Эмалевая призма построена из пучка синтезированных энамелобластом филаментов, кальцинированных кристаллами гидроксиапатита Са.

Между кристаллами гидроксиапатита - микропоры (обеспечивают диффузию), а между призмами – поры. Межпризменное вещество эмали состоит из тех же кристаллов, что и призмы, но отличается их ориентацией. Основная масса эмали

состоит из типичных кристаллов, которые имеют палочковидную форму, располагаются упорядоченно и компактно

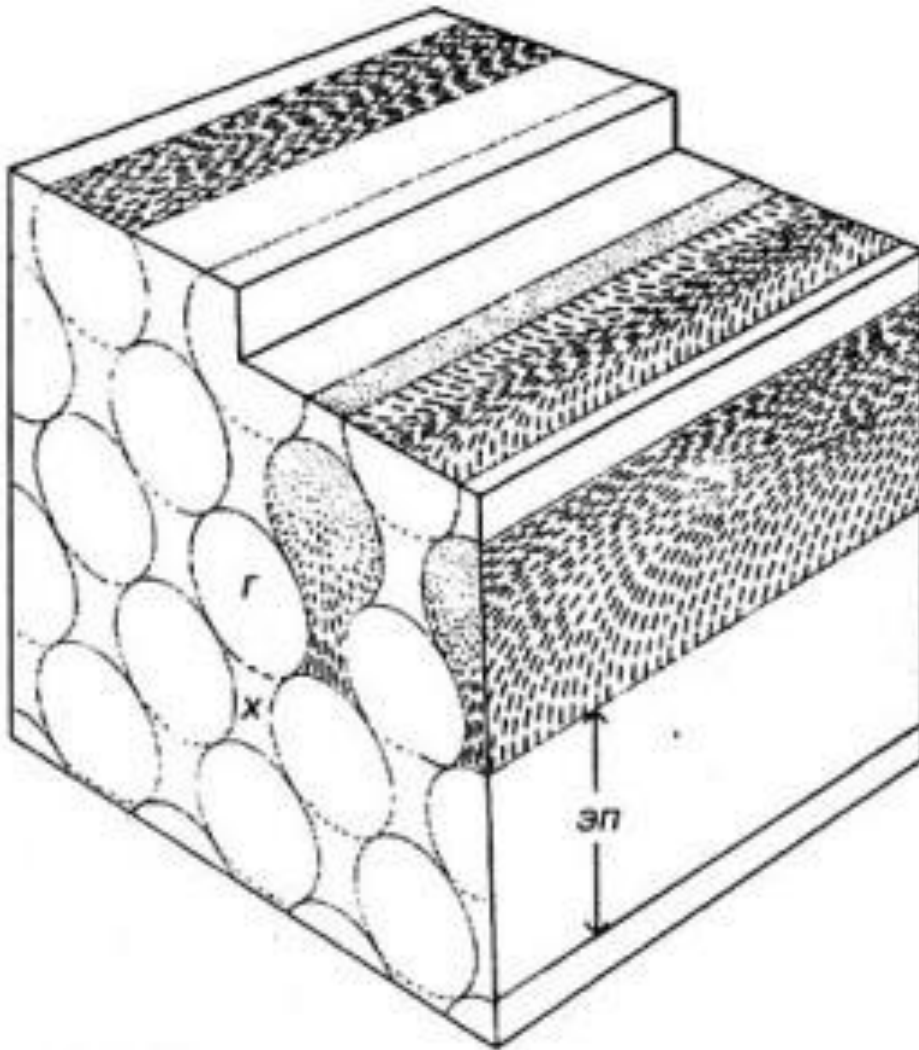


Рис. 4 Ультраструктура эмали и расположение в ней кристаллов гидроксиапатитов. ЭП — эмалевые призмы; Г — головки эмалевых призм; Х — хвосты эмалевых призм; образующие межпризменное вещество

Проницаемость эмали незначительная. Небольшие молекулы воды, ионы, витамины, моносахариды, аминокислоты могут диффундировать в эмаль. Проницаемость эмали увеличивается под воздействием кислот, спирта, при дефиците Са, фосфора и фтора.

Маркерными белками филаментов растущих эмалевых призм являются:

- амелогенины,
- энамелины и
- пучковый протеин.

Зрелые эмалевые призмы содержат только эмалины и пучковый протеин.

На границе с дентином, а также на поверхности эмали призмы отсутствуют (безпризмовая эмаль). Начальные участки призм расположены перпендикулярно поверхности эмали.

Затем призмы имеют S-образный изогнутый ход, поэтому на продольных и поперечных шлифах одни участки срезаются вдоль, а другие – поперёк (рис.5).

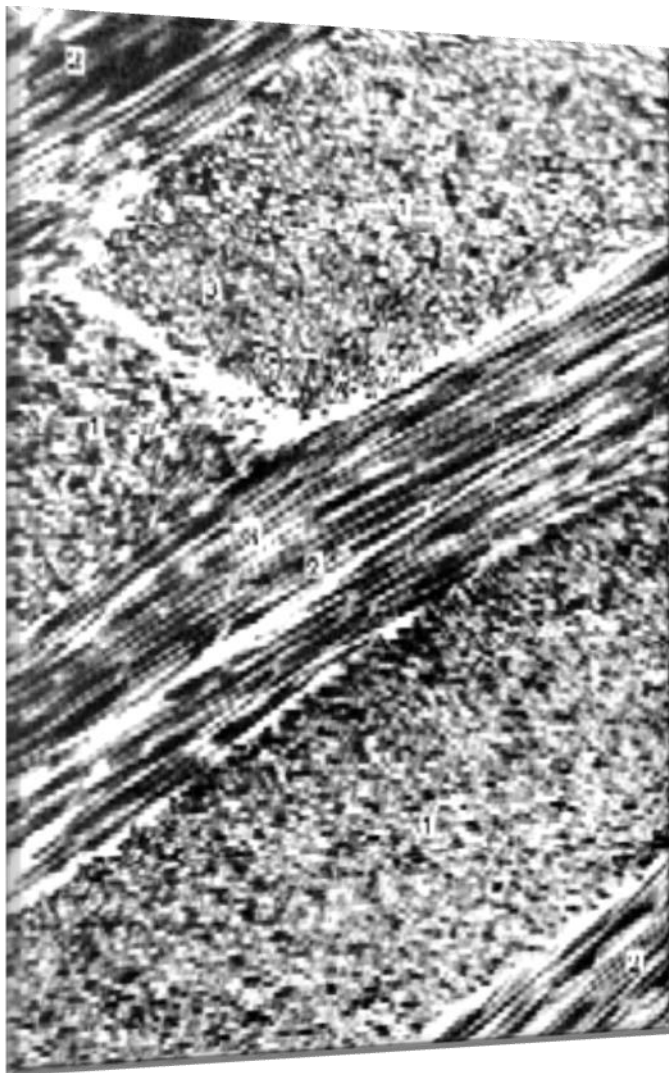


Рис.5 Призмы на продольном и поперечном срезе

Возникают чередующиеся темные и светлые полосы шириной около 100 мкм – **полосы Гунтера-Шрегера** (рис.6,7). Темные полосы соответствуют поперечно срезанным участкам призм – диазонам, светлые соответствуют продольно срезанным призмам – паразонам.

На продольных шлифах зуба в составе эмали можно различить тонкие параллельные линии, имеющие вид симметричных арок, идущих косо от поверхности

эмали к дентинно-эмалевой границе. Их появление связывают с периодичностью (около 1 недели) роста и кальцинации эмалевых призм (**линии Ретциуса**) (рис.6,7).

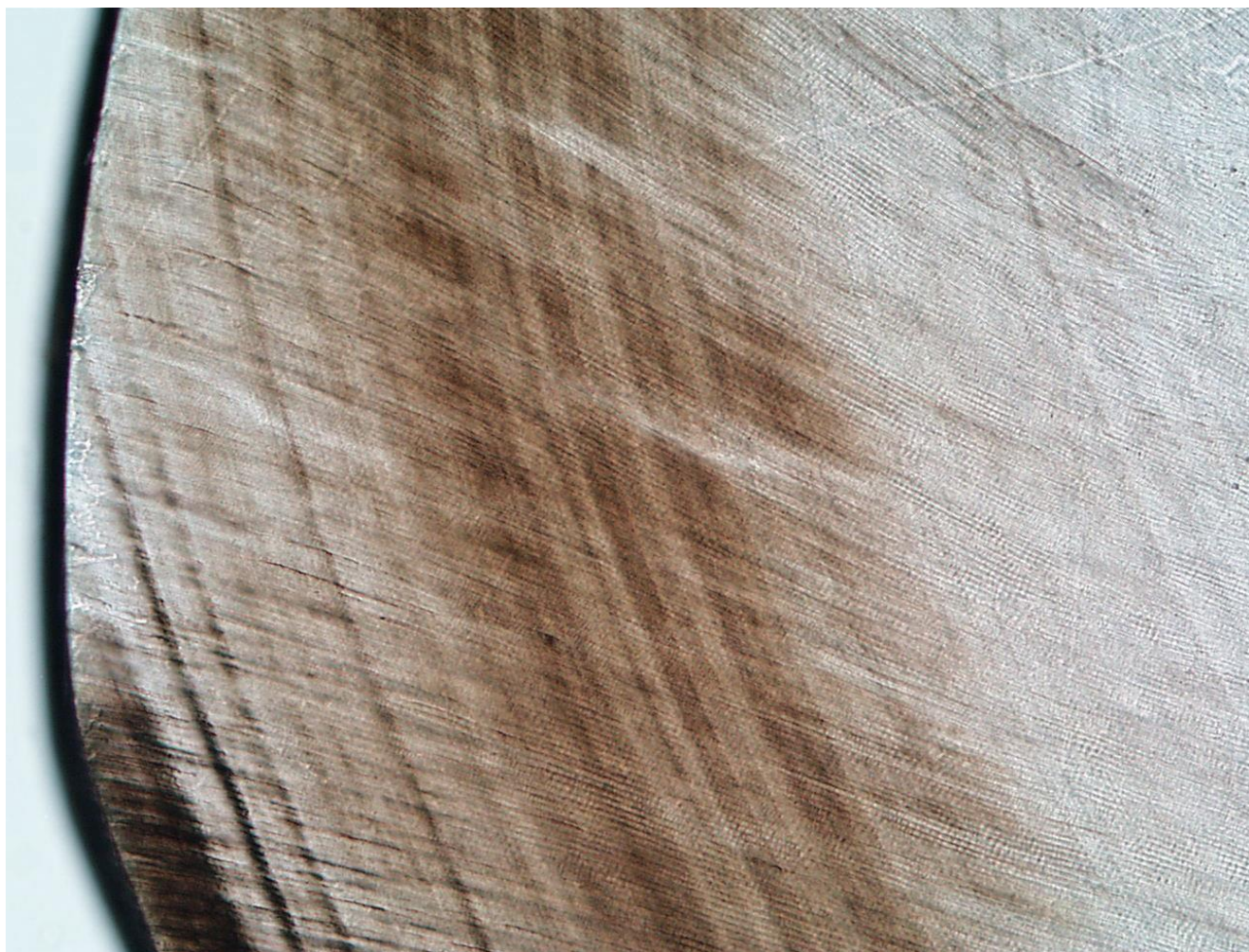


Рис.6 Линии Ретциуса (вертикальные) и Гантера-Шрегера (горизонтальные)

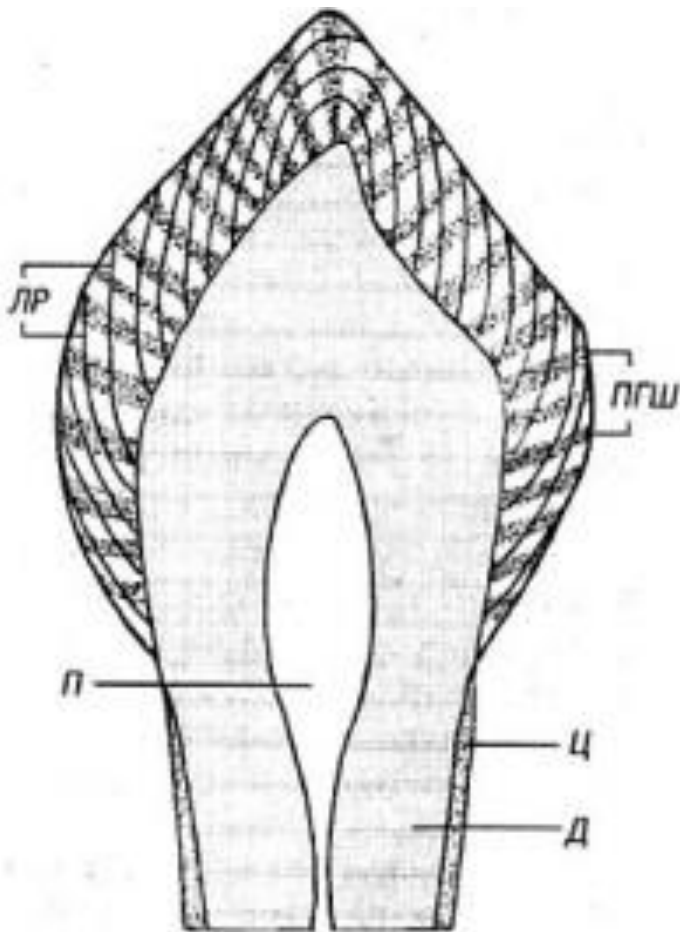


Рис. 7 Полосы Гунтера-Шрегера и линии Ретцеуса эмали.
 ЛР — линии Ретцеуса, ПГШ — полосы Гунтера-Шрегера, Д — дентин, Ц — цемент, П — пульпа.

На наружной поверхности между линиями Ретциуса формируются валикообразные возвышения - **перикиматии**, которые постепенно стираются (рис. 8, 9)

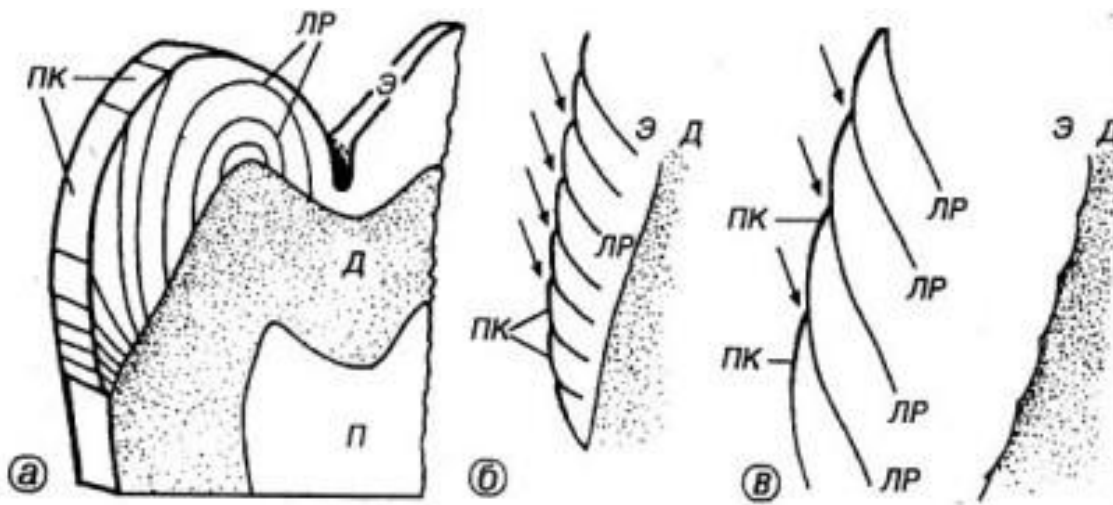


Рис. 8 Связь линий Ретцеуса с перикиматиями эмали.
 а) — шлиф зуба, б) — участок эмали вблизи шейки зуба, в) — участок эмали на коронке зуба. Стрелки - выход линий Ретцеуса на поверхность эмали
 Э — эмаль, Д — дентин, П — пульпа, ЛР — линии Ретцеуса, ПК — перикиматии

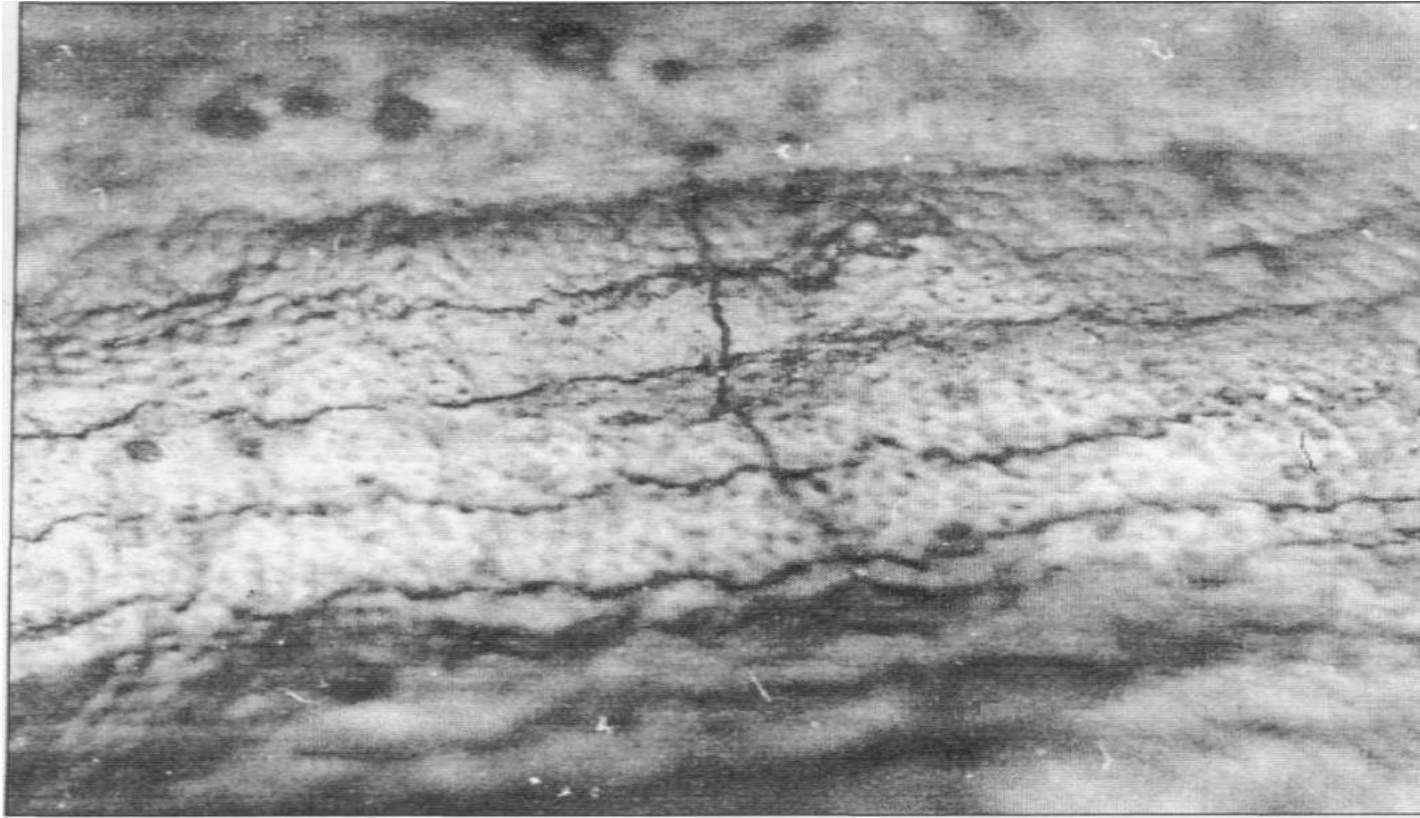


Рис.9 Перикиматии

Неонатальная линия- это хорошо выраженная ростовая линия эмали, которая определяется во всех молочных зубах и первом постоянном моляре, она имеет вид темной полосы, разделяющей эмаль, образованную до и после рождения.

Необызвествлённые органические вещества эмали образуют (рис. 10):

Эмалевые веретена - колбоподобные утолщения отростков дентинобластов , вросших в эмаль . Это гипоминерализованные участки эмали с высоким содержанием органических компонентов.

Эмалевые пучки – мелкие конусовидные образования, проникают в эмаль на сравнительно небольшое расстояние . Локализованы только на границе эмали с дентином .

Эмалевые пластинки – это тонкие листовидные дефекты минерализации эмали, которые тянутся от поверхности вглубь эмали и могут достигать дентино-эмалевой границы, а иногда продолжают в дентин. Сходны с трещинами эмали, однако, в отличие от них, они заполнены органическим веществом.

Они могут стать воротами для инфекций – возбудителей кариозных процессов.

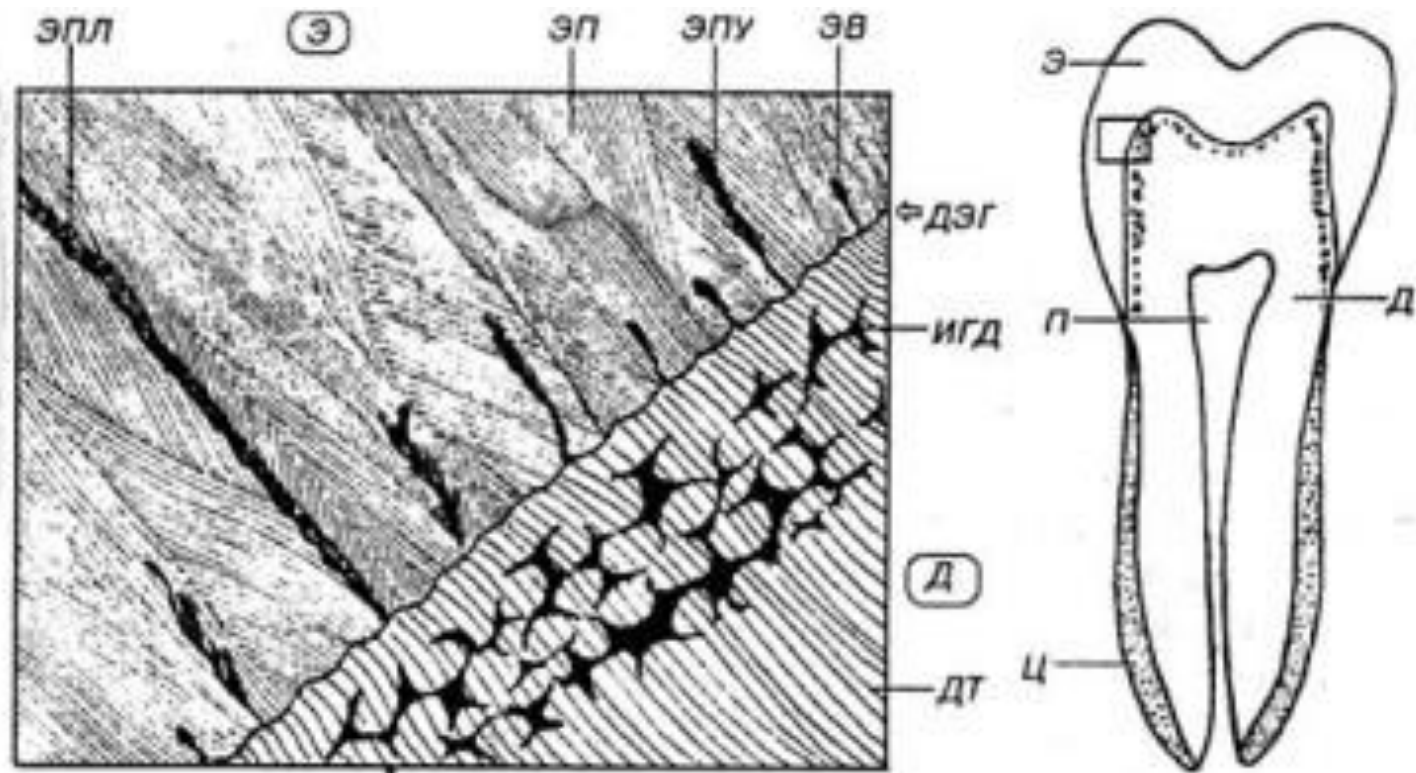


Рис. 10 Эмалевые пластинки, пучки и веретена (показан участок шлифа зуба в области дентино-эмалевой границы, отмеченный на рисунке справа).

Э — эмаль, Д — дентин, П — пульпа, Ц — цемент, ДЭГ — дентино-эмалевая граница, ЭПЛ — эмалевые пластинки, ЭВ — эмалевые веретена, ЭП — эмалевые призмы, ЭПУ — эмалевые пучки, ДТ — дентинные трубочки, ИГД — интерглобулярный дентин

Состав эмали:

1. Неорганические в-ва (97%)

кристаллы гидроксиапатита(75%),
карбоната, фторапатита, хлорапатита;

2. Органические в-ва (1,2%) - белки, липиды, углеводы (глюкоза, маноза, галактоза);

3. Вода (3,8%)

Несмотря на значительную твердость, эмаль может быть повреждена вследствие декальцинирующего действия кислотообразующих бактерий.

Бактерии размножаются в составе пищевых остатков на поверхности коронки зуба, и могут служить патогенетическим фактором развития кариеса.

В присутствии фтора прочность гидроксиапатитных соединений возрастает. На этом основывается противокариесный эффект фторосодержащих зубных паст, питьевой воды, витаминов и др.

Возрастные изменения эмали

Основное возрастное изменение – это **стирание** (рис.11). Снижается также и проницаемость эмали. В эмали нарастает содержание кальция, фосфора, цинка и фтора.

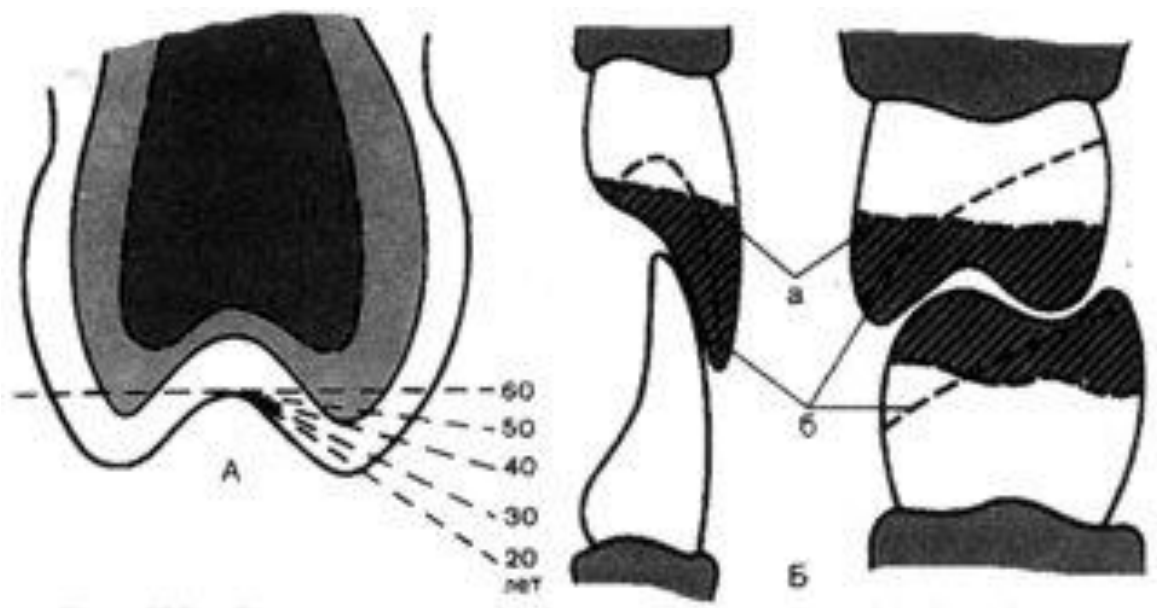


Рис.11 Возрастные изменения твердых тканей зубов. А — стирание коронки зуба в различном возрасте, Б — виды стираемости: а — вертикальная, б — горизонтальная.

РАЗВИТИЕ ЭМАЛИ ЗУБА

Образование эмали проходит в три стадии:

1. Стадия секреция и первичная минерализация эмали.
2. Стадия созревания(вторичная минерализация).
3. Стадия окончательного созревания(третичная минерализация). Осуществляется после прорезывания зуба. Характеризуется завершением минерализации эмали преимущественно путём поступления ионов из слюны.

РАЗВИТИЕ КЛЕТОК ЭМАЛИ - ЭНАМЕЛОБЛАСТОВ

Клетки эмали проходят такой путь дифференцировки: **Клетки внутреннего эмалевого эпителия** → **преэнамелобласты** → **энамелобласты**

В процессе дифференцировки изменяется полярность энамелобластов. Энамелобласты дифференцируются спустя 24 - 36 ч после завершения функционального созревания прилежащих к ним одонтобластов. **Амелогенез** всегда отстаёт от **дентиногенеза**. Первые **секреторно-активные энамелобласты** образуются там, где начинается отложение дентина – в области будущей кромки коронки передних зубов или жевательных бугорков задних.

Секреторно-активный энамелобласт (рис. 12). Это высокая призматическая клетка (соотношение длины к ширине – до 10:1) с высокодифференцированной цитоплазмой. Функционально дифференцировка преэнамелобластов в энамелобласты сопровождается угнетением способности к синтезу гликозаминогликанов и коллагена IV типа (компонента базальной мембраны) и появлением способности к синтезу специфических белков эмали – **энамелинов** и **амелогенинов**.

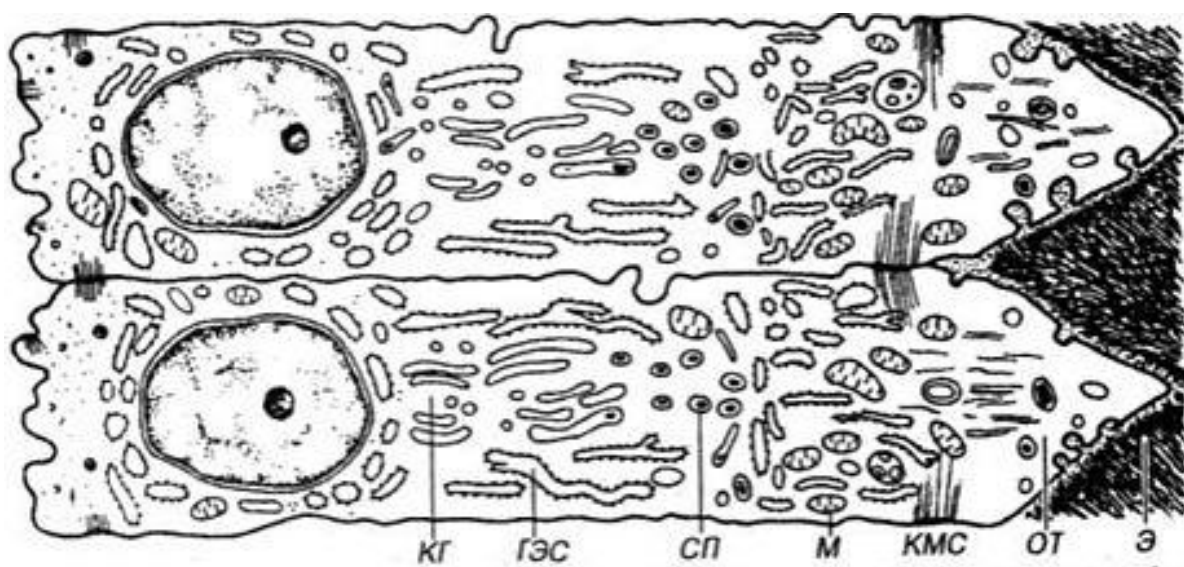


Рис. 12 Ультраструктурная организация секреторно-активного энамелобласта. М — митохондрии, ГЭС — гранулярная эндоплазматическая сеть, КГ — комплекс Гольджи, СП — секреторные пузырьки, КМС — комплекс межклеточных соединений, ОТ — отросток Томса, Э — эмаль.

СЕКРЕЦИЯ И ПЕРВИЧНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭМАЛИ

Сперва производится органическая основа, между дентином и апикальной поверхностью энамелобластов в виде непрерывного слоя толщиной 5-15 мкм, в котором очень быстро происходят процессы обызвествления вследствие отложения кристаллов гидроксиапатита (рис. 13). При этом формируется слой начальной эмали (рис.14,а). Отложение эмали начинается в области будущих режущей кромки передних зубов и жевательных бугорков задних, распространяясь в направлении шейки (рис. 15, 16).

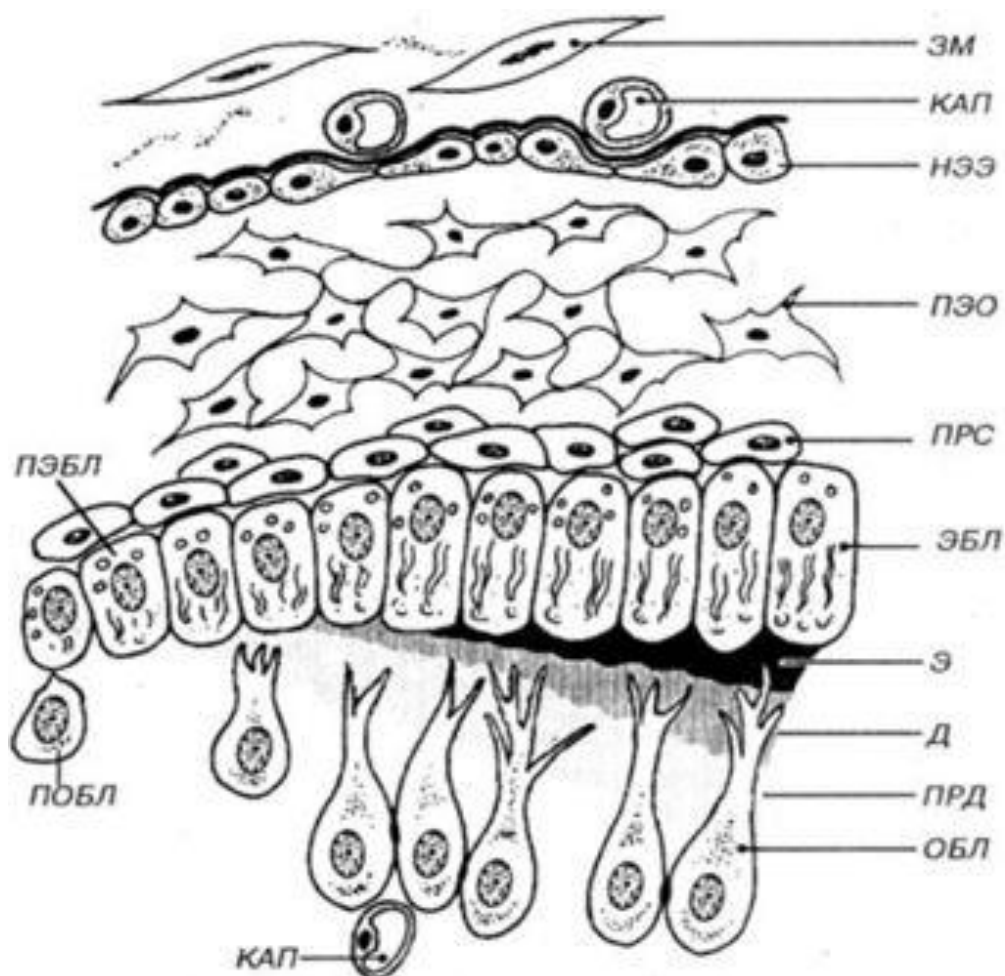


Рис. 13 Секретция эмали и дентина.

ОБЛ — одонтобласты, **ПОБЛ** — преодонтобласты, **ПРД** — предентин, **Д** — дентин, **ПЭБЛ** — преэнамелобласты, **ЭБЛ** — энамелобласты, **Э** — эмаль, **ПРС** — промежуточный слой эмалевого органа, **НЭЭ** — наружный эмалевый эпителий, **КАП** — капилляр, **ЗМ** — зубной мезодендрит

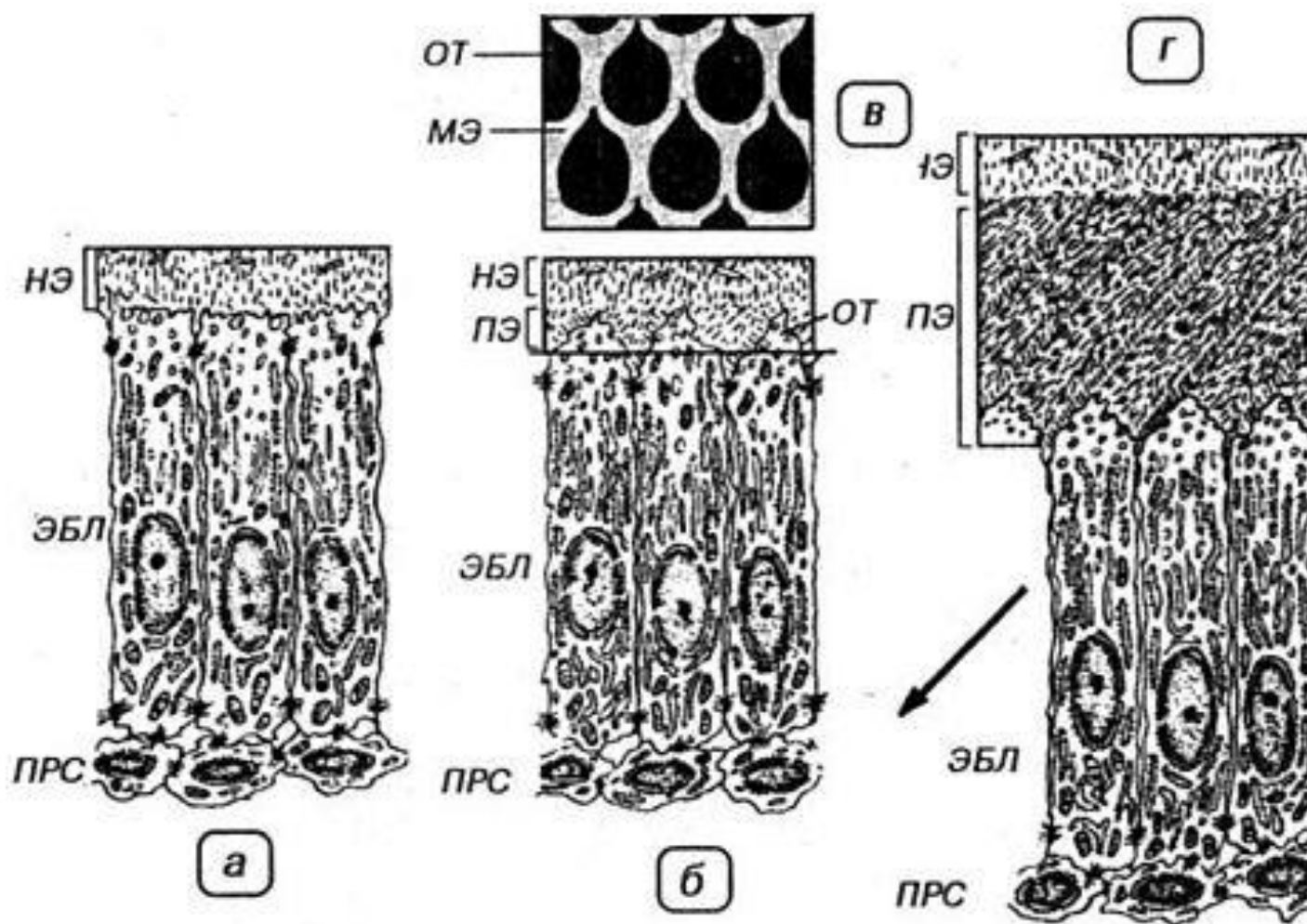


Рис. 14 Амелогенез.

а — образование начальной (беспризмной) эмали;

б — начало образования призмной эмали одонтобластами, сформировавшими отростки Томса;

в — срез, параллельный поверхности образующейся эмали на стадии, соответствующей изображенной на рисунке *б* (уровень среза показан на рисунке *б* горизонтальной линией);

г — активное образование призмной эмали энамелобластами. Стрелка — направление смещения энамелобластов.

НЭ — начальная (беспризмная) эмаль; *ЭБЛ* — энамелобласты; *ПРС* — промежуточный слой эмалевого органа; *ПЭ* — призмная эмаль; *ОТ* — отросток Томса; *МЭ* — межпризмная эмаль; *ЭП* — эмалева

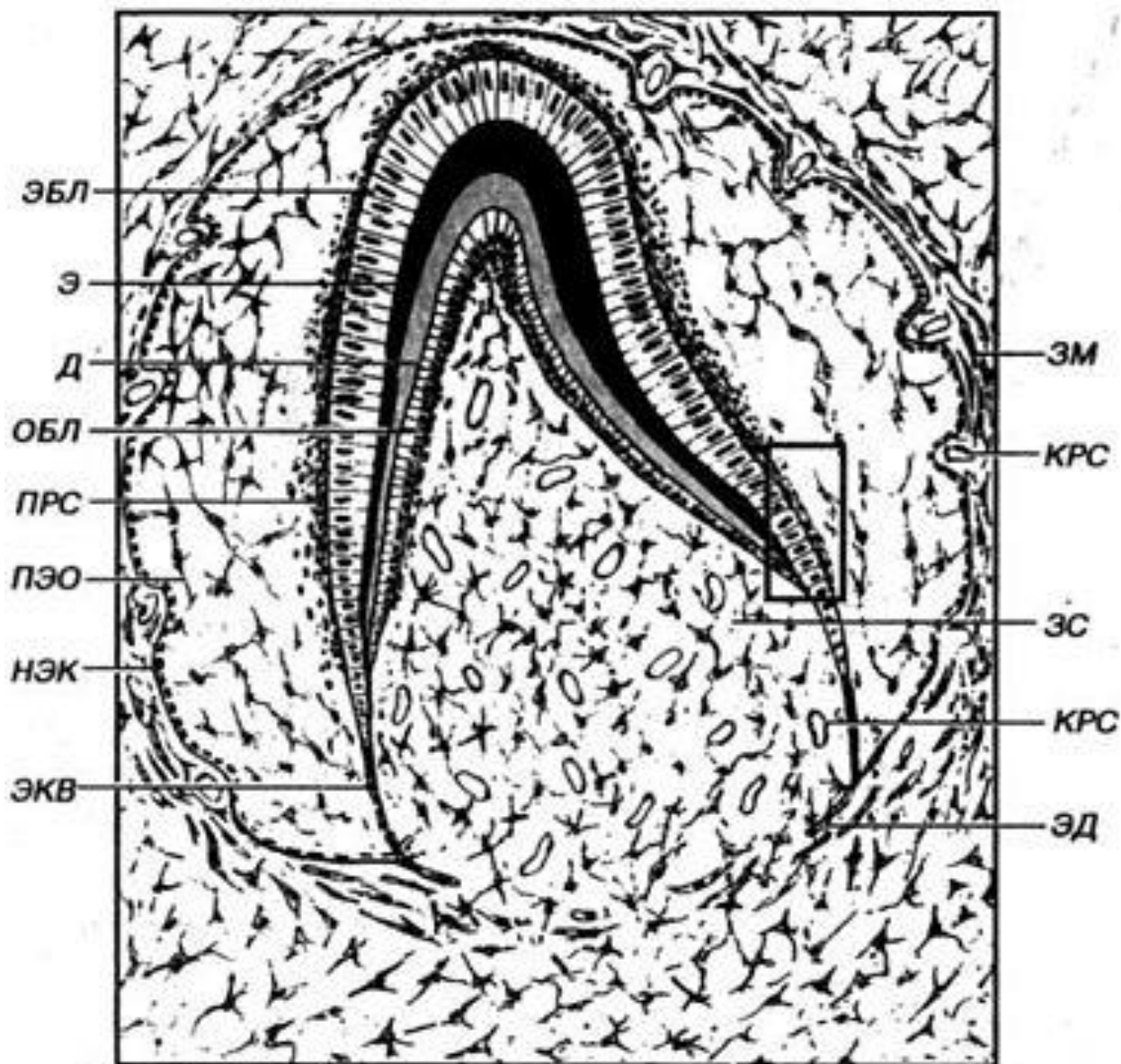


Рис. 15 Образование твердых тканей зуба на конечных этапах стадии «колл»
 ЭБЛ — энамелобласты; Э — эмаль; ОБЛ — одонтобласты; Д — дентин; НЭК —
 клетки; ПЭО — пульпа эмалевого органа; ПРС — промежуточный слой (эмале
 эпителиальное (гертвиговское) корневое влагалище; ЭД — эпителиальная диафраг
 мешочек; ЗС — зубной сосочек; КРС — кровеносные сосуды.

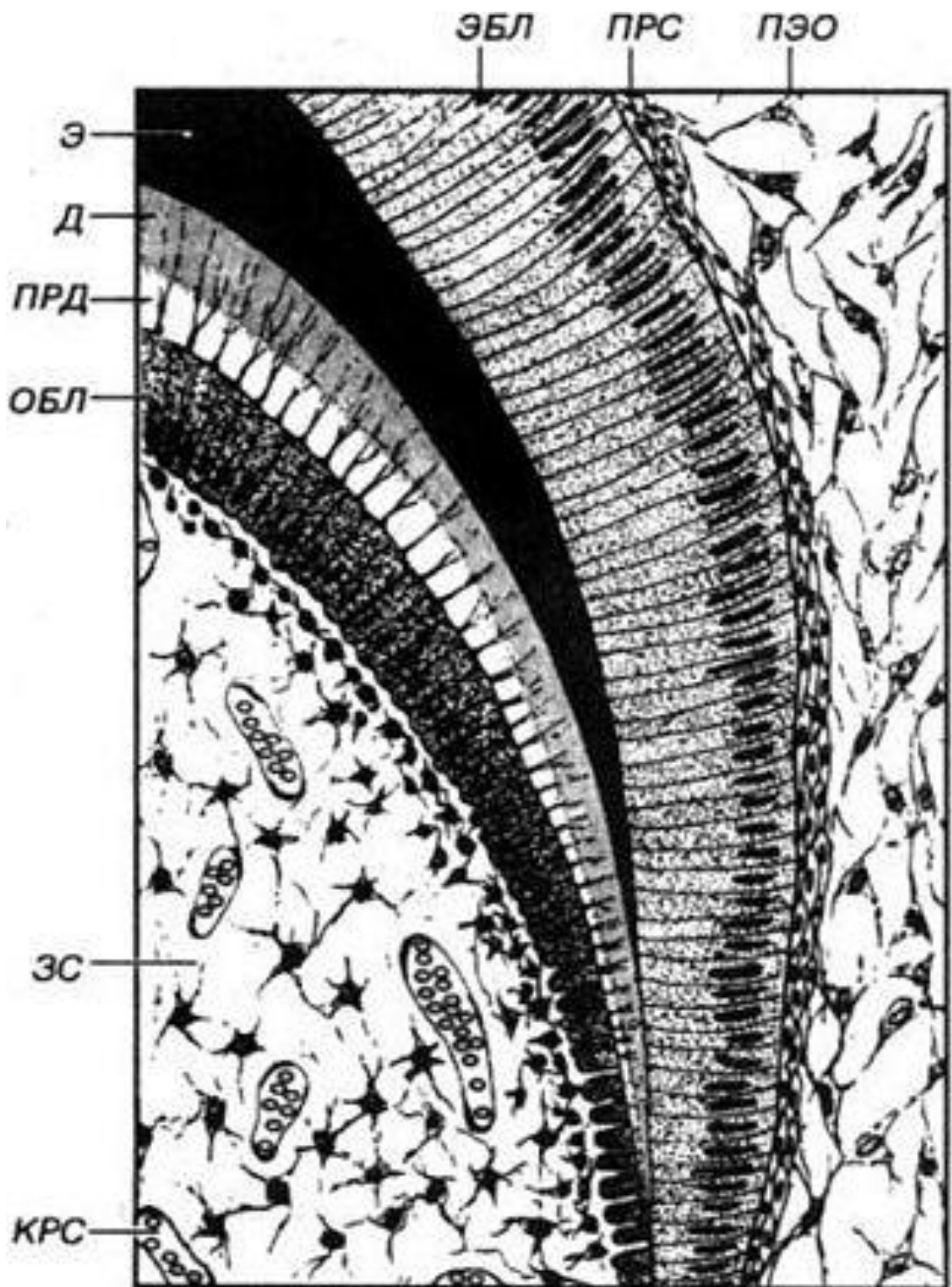


Рис. 16 Участок зубного зачатка в ходе образования твёрдых тканей зуба

ЭБЛ — энамелобласты; Э — эмаль. ОБЛ — одонтобласты; ПРД — предентин; Д — дентин; ПЭО — пульпа эмалевого органа; ПРС — промежуточный слой эмалевого органа. ЗС — зубной сосочек; КРС — кровеносный сосуд.

Особенность эмали, в отличие от дентина, цемента и кости заключается в том, что ее минерализация проходит очень быстро после секреции – период времени, разделяющий эти процессы (секрецию и минерализацию), составляет несколько минут. Энамелобласты контролируют транспорт неорганических ионов из капилляров зубного мешочка к поверхности эмали.

Функции белков эмали:

1. Участвуют в связывании Ca^{2+} и регуляции их транспорта секреторными энамелобластами.
2. Создают начальные участки инициации при формировании кристаллов гидроксиапатита.
3. Способствуют ориентации растущих кристаллов гидроксиапатита.
4. Формируют среду, обеспечивающую образование крупных кристаллов гидроксиапатита и их плотную укладку в эмали.

Белки эмали являются *неколлагеновыми*. Основными белками эмали в период её секреции служат *амелогенины*, составляющие 90% белков, выделяемых энамелобластами. **Амелогенины – это гидрофобные белки с высоким содержанием пролина, гистидина и глутамина.** Амелогенины подвижны и не связаны с кристаллами. Возможно, они регулируют рост кристаллов во всех трёх плоскостях. По мере роста кристаллов, часть белков удаляется из просвета между ними.

После отложения первого слоя *начальной (беспризмной)* эмали энамелобласты отодвигаются от поверхности дентина и образуют *отростки Томса*, что служит признаком полного завершения их дифференцировки. Последующие порции образующейся эмали заполняют межклеточные пространства между отростками Томса. В дальнейшем она превратится в межпризмную эмаль. В результате возникает ячеистая структура в виде сот, стенки которой образованы будущей межпризмной эмалью, а внутри каждой ячейки – отросток Томса(рис. 17).

В.Л. Быков(1998 г.) считает, что в образовании каждой эмалевой призмы принимают участие 4 энамелобласта.

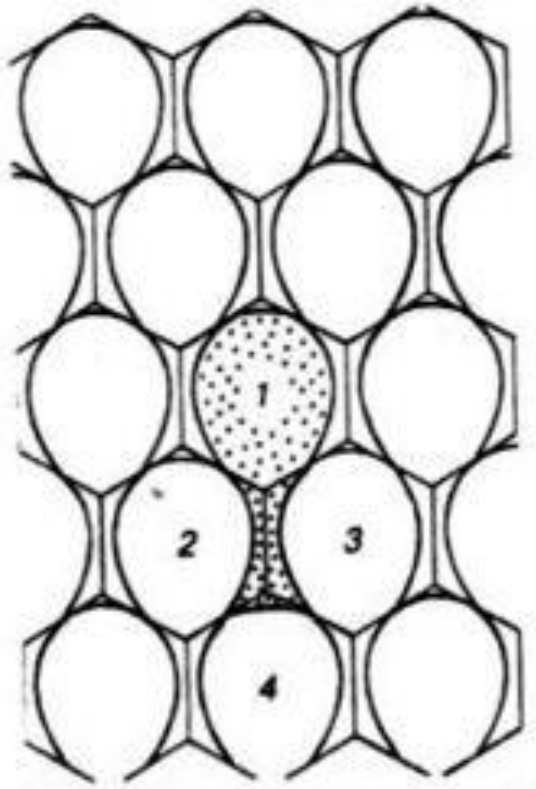


Рис. 17 Участие энамелобластов в формировании призм арочной конфигурации. Шестиугольные поля соответствуют участкам расположения отдельных энамелобластов. В центре показана эмалевая призма (заштрихована), в образовании которой приняли участие энамелобласты, обозначенные цифрами 1,2,3 и 4.

Рост эмалевых призм осуществляется циклически: в каждой из них с интервалом примерно в 4 мкм обнаруживается поперечная исчерченность, соответствующая 24-часовому ритму минерализации эмали. При образовании эмали отмечается и более медленная (около недельная) ритмичность её отложения, которая проявляется возникновением ростовых линий эмали – *линий Ретцеуса* (рис.7). Появление линий Ретцеуса обусловлено периодическим изгибом эмалевых призм вследствие сжатие отростков Томса, сочетающимся с увеличением секреторной поверхности, образующей межпризменную эмаль..

Образование эмали в виде призм начинается у поверхности дентина и заканчивается у наружной поверхности эмали, где образуется слой конечной эмали, по своему строению сходной с начальной и также не содержащей призм.

ВТОРИЧНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ (СОЗРЕВАНИЕ) ЭМАЛИ

Незрелая эмаль. Эмаль, образованная секреторными энамелобластами и подвергшаяся первичной минерализации, является незрелой – она на 70% состоит из минеральных солей и на 30% - из органического матрикса. Такая эмаль имеет консистенцию хряща.

Зрелая эмаль: на 95% образована минеральными солями и на 1,2% - органическими веществами. Почти вся состоит из плотно расположенных кристаллов гидроксиапатита, органическая матрица имеет вид трёхмерной сети фибриллярных структур толщиной около 8 нм.

Вторичная минерализация эмали осуществляется от режущей кромки зуба к его шейке. В результате процесса созревания наиболее высокий уровень минерализации эмали достигается в её поверхностном слое. Вторичная минерализация эмали обеспечивается благодаря энамелобластам. Последним продуктом синтеза секреторно-активных энамелобластов является материал, образующий структуру, сходную с базальной мембраной. Этот материал откладывается на поверхности эмали и служит местом прикрепления *полудесмосом энамелобластов (первичная кутикула эмали, или насмитова оболочка)*.

Циклический характер процесса созревания эмали отражается на морфологических особенностях энамелобластов. Среди которых выделяют два типа (рис. 18):

1. Энамелобласты первого типа: Характеризуются появлением на их апикальной поверхности исчерченного края. Эти клетки участвуют преимущественно в активном транспорте неорганических ионов, которые переносятся через их цитоплазму и выделяются на апикальной поверхности. Они обладают очень высокой концентрацией кальций-связывающих белков.

2. Энамелобласты второго типа: Апикальная поверхность гладкая. Эти клетки принимают основное участие в удалении из эмали органических веществ и воды.

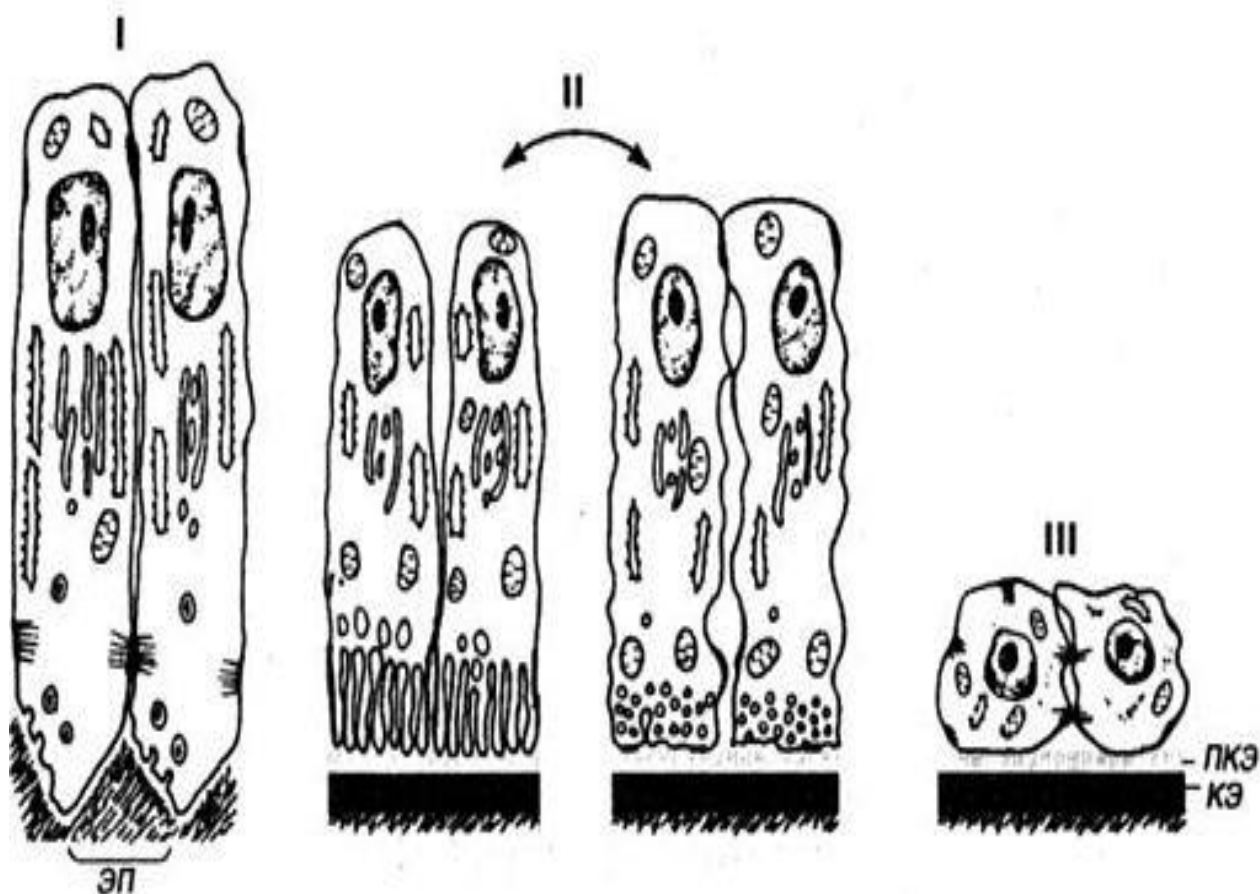


Рис. 18 Изменения энамелобластов при секреции и созревании эмали. I — секреторно-активные энамелобласты; II — амелобласты в период созревания эмали: слева — клетки с исчерпанным краем, справа — с гладкой поверхностью; III — превращение энамелобластов в клетки редуцированного зубного эпителия. ЭП — эмалевые призмы; КЭ — конечная эмаль; ПКЭ — первичная кутикула эмали.

После завершения созревания эмали слой энамелобластов и прилегающий к нему эпителиальный пласт (образованный наружным эмалевым эпителием, спавшейся пульпой и промежуточным слоем эмалевого органа) вместе образуют **редуцированный зубной эпителий (вторичную кутикулу эмали)**, покрывающий и защищающий эмаль.

ТРЕТИЧНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ (ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ СОЗРЕВАНИЕ) ЭМАЛИ

Происходит после прорезывания зуба, особенно интенсивно в течение первого года нахождения коронки в полости рта. Основной источник минералов для эмали – слюна, а затем дентин.

КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ НАРУШЕНИЙ АМЕЛОГЕНЕЗА

Гипоплазия эмали. Снижение количества образующейся эмали в результате действия повреждающего фактора в периоде секреции эмали.

Гипокальцификация эмали. Воздействие приходится в период минерализации эмали.

Наиболее частые причины указанных нарушений: эндокринопатии, заболевания, сопровождающиеся лихорадочными состояниями, нарушение питания, токсические воздействия некоторых веществ.

Локальная гипоплазия. Затрагивает один зуб или его часть. Обусловлена местными нарушениями(травма, остеомиелит, периапикальная инфекция соответствующего временного зуба над постоянным).

Системная гипоплазия. Развивается при различных инфекционных заболеваниях и метаболических нарушениях, охватывая несколько зубов, в которых во время болезни происходило формирование эмали. Приём антибиотиков тетрациклинового ряда способствует системной гипоплазии: тетрациклины включаются в обызвествляющиеся ткани, приводя к гипоплазии эмали и её коричневой пигментации.

Наследственная (врождённая) гипоплазия эмали, несовершенный амелогенез(amelogenesis imperfecta). Затрагивает все зубы(как временные таки постоянные), в которых поражается вся коронка. Зубы имеют жёлто-коричневый цвет.

Локальная гипокальцификация эмали. Обусловлена местными нарушениями.

Системная гипокальцификация эмали. Охватывает все зубы, в которых действие повреждающего фактора пришлось на период созревания эмали.

Врождённая гипокальцификация эмали. Наследственное заболевание, при котором нарушения выявляются во всех зубах. Сразу после прорезывания коронка имеет нормальную форму, однако эмаль отличается мягкостью, тусклым цветом, быстро стирается или отделяется слоями.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЭМАЛИ

К поверхностным образованиям эмали относят :

- перикиматии
- кутикулу эмали
- пелликулу
- зубную бляшку
- зубной камень
- эмалевые жемчужины

ПЕРИКИМАТИИ

Перикиматии высотой 2-4,5 мкм и шириной 30-160 мкм. Опоясывают коронку в виде горизонтальных параллельных линий (рис.8,9). Они расположены равномерно в 70 % случаев и неодинаково хорошо различимы в зубах разных людей.

Особенно отчетливо перикиматии заметны в пришеечной области; в направлении к режущему краю они сглаживаются. Перикиматии исчезают с возрастом вследствие стирания поверхности эмали; во временных зубах они изначально выражены значительно слабее, чем в постоянных.

КУТИКУЛА ЭМАЛИ

Кутикула эмали покрывает ее поверхность в виде тонкой оболочки и состоит из двух слоев:

- 1) первичной кутикулы (оболочки Насмита) — внутреннего тонкого (около 0,5-1,5 мкм) гомогенного слоя гликопротеинов, являющегося последним секреторным продуктом энамелобластов;
- 2) вторичной кутикулы, образованной наружным более толстым (около 10 мкм) слоем редуцированного эпителия эмалевого органа.

ПЕЛЛИКУЛА

Эмаль любого зуба покрыта снаружи слоистой органической пленкой, называемой пелликулой.

После механической очистки поверхности эмали она целиком восстанавливается в течении нескольких часов.

Уже через 2 часа после чистки зубов в формирующейся пелликуле выявляются микроорганизмы. Они полностью заселяют пелликулу через день-два после ее образования с формированием бактериальной (зубной) бляшки.

ЗУБНАЯ БЛЯШКА

Зубная бляшка прикреплена к поверхности эмали и состоит из скопления микроорганизмов , погруженных в матрикс, образованный продуктами их жизнедеятельности и компонентами слюны.

ЗУБНОЙ КАМЕНЬ

Зубной камень представляет собой минерализованную зубную бляшку. Процесс отложения неорганических веществ в зубную бляшку занимает около 12 суток.

После минерализации камень уже не так легко удаляется механическим воздействием или током слюны , как зубная бляшка.

Наддесневой зубной камень чаще всего локализуется в области нижних фронтальных зубов и щечных поверхностей верхних моляров, где открываются протоки слюнных желез. При отсутствии гигиенического ухода образование камня происходит на зубах, не участвующих в акте жевания. Цвет камня (белый, желтый, коричневый) зависит от воздействия пищевых продуктов, никотина, а также окислов железа, меди и других веществ.

Поддесневой зубной камень выявляется лишь при зондировании. Обычно он темно-коричневого цвета с зеленоватым оттенком, формируется на шейке зуба в пределах десневой бороздки, на цементе корня, в пародонтальном кармане. Камень охватывает шейку зуба, часто образуя выступы, и плотно прикреплен к подлежащей поверхности.

ЭМАЛЕВЫЕ ЖЕМЧУЖИНЫ

Эмалевые жемчужины — отложения эмали в области разветвления моляров (рис. 19).

Их чаще встречают у лиц монголоидной расы и уроженцев Азии.

На верхних молярах они располагаются на медиальной или дистальной поверхности, в то время как на нижних молярах — на щёчной или язычной поверхности.



Рис. 19 Эмалевая жемчужина

ПРОНИЦАЕМОСТЬ ЭМАЛИ

В решении проблемы кариеса важное место отводится проницаемости эмали. Интерес к этому вопросу не ослабевает в течение длительного периода времени. Это обусловлено тем, что в 30-е годы многие исследователи на основании изучения проницаемости эмали пытались решать вопрос о ее жизнеспособности. В более поздние периоды исследования проводили с целью: на основании проницаемости изучить возможность реминерализации эмали и установить пути поступления в нее химических соединений и элементов.

И.А.Бегельман (1931) изучал проницаемость удаленных зубов для **раствора серебра, метиленового синего и фуксина**. Окрашивание проводили со стороны эмали или пульпы в течение 3-х суток. Установлено, что красители проникают глубже, чем серебро. Перехода красителя из дентина в эмаль не наблюдалось, а с поверхности краситель иногда проникал на всю глубину и даже попадал в дентин. Степень

диффузии зависит от концентрации раствора, находящегося в соприкосновении с эмалевой поверхностью, и возраста (с возрастом проницаемость уменьшается).

С помощью автордиографии было установлено, что **фосфаты** не проникают в эмаль, если их вводят со стороны пульпы. Однако, при нанесении фосфата на наружную поверхность зуба фосфор за 5 ч проникал на всю толщину эмали, но в дентин не попадал. **Радиоактивный йод** наносили на поверхность эмали и через 2 ч обнаруживали его в щитовидной железе с помощью счетчика Гейгера. **Мочевина** достигает пульпы через 18 ч. **Никотинамид, тиомочевина, амид уксусной кислоты** проникают в дентин при нанесении их на эмаль. **Радиоактивный Са и фосфор** после в/в введения обнаруживаются во всех тканях зуба и кость альвеолярного отростка. В эмаль он проникает на всю глубину, причем наружный слой поглощает наибольшее количество Са. Как объяснить этот факт, если, согласно существовавшим ранее представлениям, они поступают по пути: пульпа-дентин-эмаль. Вновь возникает вопрос о путях проникновения веществ в эмаль. В нормальном зубе радиоактивный Са при в/в введении обнаруживался во всех твердых тканях зуба, а в депульпированных-только в эмали и цементе. Это является бесспорным доказательством поступления Са в ткани зуба из слюны. При этом, радиоактивный Са, проникая на всю толщу эмали, никогда не попадал в дентин. Следует отметить, что дентинно-эмалевое соединение является «непреодолимым барьером» для Са как на пути из пульпы в дентин, так и при проникновении его из слюны в эмаль при удаленной пульпе. После депульпирования поступление радиоактивного Са увеличивается в 1.4-1.7 раза. Более того, существует мнение, что в депульпированных зубах кариес вообще не возникает или развивается значительно реже. Поэтому, транспорт минеральных компонентов по направлению пульпа-дентин-эмаль и движение жидкости по этому пути не являются решающими для эмали зуба в смысле ее сохранения после полного формирования и минерализации. Постоянный состав эмали может поддерживаться десятилетиями за счет поступления минеральных компонентов из слюны.

Радиоактивный **фосфор** проникает в эмаль зуба из слюны при его в/в введении. **Фтор** проникает в эмаль зуба из слюны и скапливается в поверхностном

слое, что обусловлено его соединением с солями Са, содержащимися в поверхностном слое, вследствие высокой активности и образованием фторапатитов.

Изучение проникновения **глюкозы** важно потому, что углеводы, под воздействием микроорганизмов превращаясь в органические кислоты, обуславливают возникновение очаговой деминерализации эмали. Д-глюкозу растворяли в слюне и наносили на 2 часа на поверхность зуба, после чего большее количество ее обнаруживали в эмали и меньшее – в дентине.

С повышением концентрации кислоты в растворе увеличивается проницаемость эмали.

КАРИЕС

Кариеc – это процесс разрушения зуба. В зубах постоянно происходят два процесса – деминерализация (размывание минеральных веществ, образующих эмаль) и реминерализация (восстановление).

В результате плохой гигиены полости рта на зубах сначала появляется мягкий налет, состоящий из полисахаридов. Такая среда является прекрасным источником для размножения определенного вида бактерий, приводящих к развитию кариеса. Затем мягкий зубной налет уплотняется и превращается в зубную бляшку, которая выделяет в процессе жизнедеятельности молочную кислоту. Молочная кислота и находящиеся в бляшке бактерии *Streptococcus mutans* (стрептококки) при постоянном воздействии на зуб разрушают эмаль, что способствует ее деминерализации.

Процессу реминерализации помогает только слюна, которая удерживает минеральные вещества в твердых тканях зуба, растворяет и нейтрализует молочную кислоту, смывая ее с поверхности зубов.

Но эти процессы не существуют в равновесии. ***Деминерализация протекает в 6 раз быстрее, чем реминерализация.*** Поэтому микробы успевают проникать в более глубокие слои зуба и, тем самым, разрушают его.

Чтобы уравновесить этот процесс, процессу реминерализации необходимо помочь постоянным уходом за полостью рта, правильным питанием с содержанием в продуктах белков, витаминов, минеральных солей, фтора и кальция. Следует исключить бесконтрольное потребление сладких продуктов, процессу реминерализации может помочь целенаправленная фторизация зубной эмали.

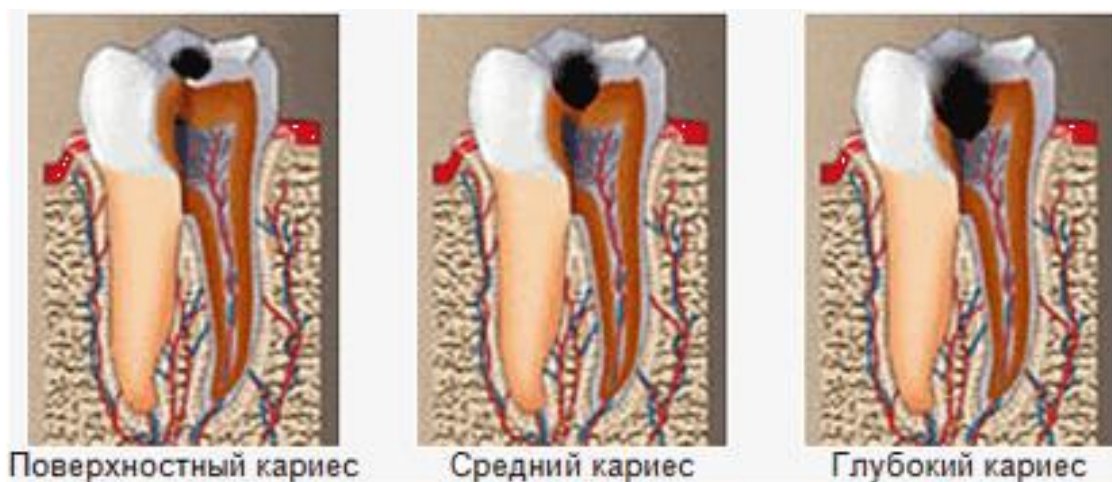
Лечение кариеса

Кариес проходит в три стадии:

поверхностный – разрушение незначительное и задета только эмаль зуба;

средний – разрушение захватывает область дентина;

глубокий – разрушение поражает значительную часть зуба вплоть до пульпы.



Лечение кариеса заключается в полном удалении дефектных участков. Затем полость подвергается медикаментозной обработке и пломбируется. Сегодня имеются новейшие композитные, пломбировочные материалы, обладающие мягкой, жидкотекучей консистенцией, легко заполняющей обработанное под пломбу отверстие зуба. Затвердевают они под воздействием специальных ламп.

При имеющемся кариесе лечение необходимо начинать как можно быстрее, чтобы не допустить перехода болезни в глубокую стадию, когда может начаться воспаление пульпы (пульпит), воспаление окружающей корень зуба ткани (периодонтит), что, как следствие, ведет к потере зуба.

ТЕСТЫ

1. Эмаль зуба развивается из :

- A. Однослойного эпителия ротовой полости
- B. Многослойного эпителия ротовой полости*
- C. Мезенхимы
- D. Рыхлой соединительной ткани
- E. Плотной соединительной ткани

2. Какие клетки образуются из внутреннего эмалевого эпителия ?

- A. Дентинобласты
- B. Энамелобласты*
- C. Цементоциты
- D. Преддентинобласты
- E. Цементобласты

3. Какое строение имеет эпителиальный зубной орган?

- A. Наружный и внутренний эпителиальные слои и между ними эпителиальная пульпа.*
- B. Наружный и внутренний эпителиальные слои.
- C. Наружный и внутренний эпителиальные слои и белковая жидкость между ними.
- D. Наружный и внутренний эпителиальные слои и соединительная ткань между ними.
- E. Слой плотно прилежащих друг к другу эпителиальных клеток.

4. Каков источник развития кутикулы зуба?

- A. Наружный и внутренний эпителиальные слои эмалевого органа.
- B. Наружный и средний эпителиальные слои эмалевого органа.*
- C. Наружный эмалевый эпителий эмалевого органа.
- D. Внутренний эмалевый эпителий эмалевого органа.
- E. Пульпа эмалевого органа.

5. Какие ткани зуба развиваются из материала прехордальной пластинки?

- A. Цемент, дентин.

В. Дентин.

С. Эмаль, цемент.

Д. Эмаль.*

Е. Специализированная соединительная ткань пульпы, эмаль.

6. Какие ткани зуба развиваются из материала прехордальной пластинки?

А. Цемент, дентин.

В. Дентин , кутикула.

С. Эмаль, цемент.

Д. Эмаль, кутикула.*

Е. Специализированная соединительная ткань пульпы, эмаль.

7. Эмаль зуба развивается из :

1.Однослойного эпителия ротовой полости

2. Многослойного эпителия ротовой полости*

3. Мезенхимы

4.Рыхлой соединительной ткани

5.Плотной соединительной ткани

8. Какая самая твердая ткань зуба?

1.Пульпа

2.Цемент

3.Дентин

4.Эмаль*

5.Соединительная ткань

9. Что является структурно-функциональной единицей эмали зуба?

1.Эмалевые пластинки

2.Эмалевые призмы*

3 Эмалевые веретена

4.Эмалевые пучки

5.Эмалевые глобулины

10. Из внутреннего эмалевого эпителия при развитии зуба образуется :

1 Дентин

2 Эмаль*

3 Цемент

4 Пульпа

5 Периодонт

11. К какой ткани относятся амелобласты?

А. К костной ткани.

В. К рыхлой волокнистой соединительной ткани.

С. К эпителиальной (эпидермального типа).*

Д. К эпителиальной (антеродермального типа).

Е. К микроглии.

12. Покрывает коронку зуба, состоит из призм толщиной 3-5мкм .

1 Дентин

2 Эмаль

3 Цемент

4 Пульпа

5 Периодонт

13. Тонкие, удлиненные образования толщиной от 3-5мкм, имеющие извитой S-образный ход, с выраженной поперечной исчерченностью, расположенные под прямым углом к дентино-эмалевой границе.

1. Эмалевые пластинки

2. Эмалевый пучок

3. Эмалевые призмы*

4. Линии Ретциуса

5. Полосы Гунтера-Шрегера

14. Клетка эпителиальной природы, высокой цилиндрической формы с хорошо выраженной полярной дифференцировкой, наблюдается высокая активность щелочной фосфатазы.

1 Дентинобласт

2 Цементоцит

3 Цементобласт

4 Энамелобласт*

5 Эпителиоцит

15. Состав эмали :

1 10-15% органических в-в, 85-90% неорганических в-в

2 30% органических в-в, 70% неорганических в-в

3 3-4% органических в-в, 96-97% неорганических в-в *

4 28% органических в-в, 72% неорганических в-в

16. Какие белки входят в состав органической матрицы эмали

1. белок коллаген и эластин

2. только белок коллаген

3. неколлагеновые белки энамелины и амелогенины*

4. белки фибриноген и альбумины

5. энамелины и коллагеновые белки

17. Какие компоненты входят в состав первичной кутикулы эмали?

1. сеть коллагеновых волокон

2. белки энамелины и амелогенины

3. слой гликопротеинов

4. гидроксиапатиты

18. Какие ткани зуба развиваются из материала прехордальной пластинки?

А. Цемент, дентин.

В. Дентин.

С. Эмаль, цемент.

Д. Эмаль.

Е. Специализированная соединительная ткань пульпы, эмаль.

19. Какая ткань образует зубную пластинку?

А. Эпителий эпидермального типа.

В. Эпителий энтеродермального типа.

С. Плотная волокнистая соединительная ткань.

Д. Костная ткань

Е. Эпителий ангиодермального типа.

20. Каковы основные морфологические признаки амелобластов?
- А. Клетки полигональной формы, аполярны.
 - В. Плоские клетки с четким делением на экто- и эндоплазму.
 - С. Высокопризматические клетки с четко выраженной полярной дифференциацией.*
 - Д. Кубические клетки с нечётко выраженной полярной дифференциацией.
 - Е. Постклеточные структуры.
21. Какие органеллы в связи с функцией наиболее развиты в амелобластах?
- А. Зернистая эндоплазматическая сеть, митохондрии, микротрубочки.
 - В. Зернистая эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, митохондрии.*
 - С. Комплекс Гольджи, митохондрии, лизосомы.
 - Д. Лизосомы, комплекс Гольджи, митохондрии, микротрубочки.
 - Е. Пиноцитозные пузырьки, лизосомы, зернистая эндоплазматическая сеть.
22. Какие вещества синтезируются амелобластами?
- А. Гликопротеиды.
 - В. Молекулы тропоколлагена и гликопротеиды.
 - С. Гликозаминогликаны.
 - Д. Неколлагеновые белки и кислая фосфатаза.*
 - Е. Молекулы проэластина и гликопротеиды.
23. Какие структуры имеются в апикальной части амелобласта?
- А. Цитоплазматические отростки.*
 - В. Микровосринки.
 - С. Реснички.
 - Д. Жгутик.
 - Е. Палочки и колбочки.
23. Как называются цитоплазматические отростки амелобласта?
- А. Цилиндрический и плоский.
 - В. Длинный и короткие.
 - С. Широкие и узкие.
 - Д. Центральный и периферические.*

- Е. Ветвящиеся и неветвящиеся.
24. Какова роль центрального цитоплазматического отростка?
- А. Обеспечивает трофику эмали.
 - В. Формирует органический матрикс эмалевой призмы.
 - С. Обеспечивает чувствительность эмали.
 - Д. Обеспечивает связь эмали с дентином.
 - Е. Обеспечивает транспорт веществ через эмаль к дентину и обратно.
25. Какова роль периферических отростков амелобластов?
- А. Обеспечение чувствительности эмали.
 - В. Обеспечение трофики эмали.
 - С. Формирование межпризменного вещества эмали.
 - Д. Обеспечение связи эмали с дентином.
 - Е. Образование органического матрикса эмалевой призмы.
26. Чем обусловлено чередование светлых и темных полосок в эмалевых призмах?
- А. Различным диаметром призмы в соседних участках.
 - В. Различным количеством гликопротеидов.
 - С. Неправильной освещенностью поля зрения при работе с микроскопом.
 - Д. Следствием изготовления шлифа зуба.
 - Е. Чередованием участков, обызвествленных сильнее (светлые) с участками, обызвествленными слабее (темные).
27. Чем объясняется поперечная исчерченность эмалевой призмы?
- А. Чередованием призм и межпризменного вещества.
 - В. Различным направлением кристаллов гидроксиапатитов в соседних участках призмы.
 - С. Неравномерными процессами обызвествления, связанными с периодичностью процессов синтеза гликопротеидов амелобластами.
 - Д. Упорядоченным расположением в призме молекул гликопротеидов.
 - Е. S-образным ходом эмалевой призмы.
28. Как ориентированы эмалевые призмы в эмали?

- A. Проходят через всю толщу эмали от дентиноэмалевого соединения до наружной поверхности эмали.*
- B. Располагаются около дентинноэмалевого соединения.
- C. Располагаются в периферических частях эмали.
- D. Имеют хаотическое расположение.
- E. Образуют пучки и имеют направление, параллельное поверхности коронки.
29. Каков ход эмалевых призм в эмали?
- A. Зигзагообразный.
- B. Прямой.
- C. Спиралеобразный.
- D. V-образный.
- E. S-образный.*
30. Чем обусловлено наличие чередующихся темных и светлых полос на шлифах эмали, видимых под микроскопом?
- A. Попаданием инородных тел во время изготовления шлифа.
- B. Следствием нарушения правил работы с микроскопом: неправильная освещенность рабочего поля зрения.
- C. Появлением трещин во время изготовления шлифа.
- D. Разной способностью лучепреломления проходящего света соседних участков эмали.*
- E. Большой толщиной шлифов.
31. Чем объясняется наличие полос Шрегера на шлифах эмали?
- A. Периодичностью синтеза гликопротеидов амелобластами.
- B. Периодичностью процессов обызвествления эмали.
- C. Правильным чередованием поперечно и продольно сошлифованных пучков призм, вследствие S-образного их хода.*
- D. Различной степенью концентрации транспортируемых через эмаль веществ.
- E. Различием вещества эмали.
32. Чем объясняется наличие линий Ретциуса на шлифах эмали?
- A. Различным направлением хода кристаллов гидроксиапатитов.

- В. Чередованием поперечно и продольно сошлифованных пучков эмалевых призм.
- С. Особенность процессов обызвествления эмали, связанных с периодичностью ее образования.*
- Д. Периодичностью в синтезе гликопротеидов амелобластами.
- Е. Различной степенью концентрации транспортируемых через эмаль веществ.
33. Как расположены в эмали эмалевые пластинки?
- А. Проходят через всю толщу эмали, но не доходят до наружной поверхности.
- В. Проходят через всю толщу эмали от дентинноэмалевого соединения до наружной поверхности.*
- С. Около дентинноэмалевого соединения.
- Д. Располагаются около поверхности эмали перпендикулярно наружному краю.
- Е. Идут параллельно ее поверхности.
34. Как располагаются в эмали эмалевые пучки?
- А. У дентинноэмалевого соединения в виде колбообразных расширений.
- В. В центральных отделах эмали в виде пучков травы.
- С. В основном по периферии эмали.
- Д. Располагаются диффузно по всей толщине эмали в виде пучков травы.
- Е. У дентинноэмалевого соединения, проникая в ее внутренние отделы, имеют сходство с пучками травы.*
35. Чем представлены эмалевые веретена?
- А. Частями эмалевых призм.
- В. Участками межпризменного вещества.
- С. Апикальными частями отростков одонтобластов, проникающими в эмаль из дентина.*
- Д. Остатками амелобластов.
- Е. Остатками эпителиального зубного органа.
36. Как осуществляется транспорт веществ в эмали?
- А. Со стороны периодонта и пульпы.

- В. Диффузно со стороны ротовой полости и периодонта.
- С. Отростками одонтобластов (эмалевыми веретенами).
- Д. Диффузно со стороны ротовой полости и отростками одонтобластов (эмалевых веретен).*
- Е. Транспорт веществ в эмали не имеет место.
37. Чем покрыта поверхность эмали?
- А. Тонким слоем межпризменного вещества.
- В. Редуцированным эпителием слизистой десны.
- С. Амелобластами, первичной кутикулой эмали (оболочкой Насмита).
- Д. Первичной кутикулой эмали (оболочкой Насмита) и вторичной кутикулой эмали.*
- Е. Тонким слоем гидроксиапатитов, редуцированным эпителием десны.
38. Что собой представляет оболочка Насмита (первичная кутикула эмали)?
- А. Тонкий гомогенный слой гликопротеидов, синтезированный амелобластами*
- В. Тонкий гомогенный слой гликозаминогликанов, синтезированный амелобластами.
- С. Слой редуцированных амелобластов.
- Д. Межпризменное вещество.
- Е. Редуцированный эпителиальный зубной орган.
39. Что собой представляет вторичная кутикула эмали?
- А. Редуцированная соединительная ткань десны.
- В. Редуцированный эпителий десны.
- С. Редуцированный эпителий эмалевого (эпителиального) зубного органа.*
- Д. Редуцированные амелобласты.
- Е. Тонкий слой гликопротеидов, синтезированный амелобластами.
40. Возможна ли регенерация эмали?
- А. Возможна на жевательной поверхности коронки.
- В. Частичная.
- С. Возможна.

D. Возможна на боковых поверхностях коронки.

E. Нет.*

Литература:

1. **Кащенко** С.А., Бобрышева И.В., Моисеева М.И., Захаров А.А. Гистология, цитология и эмбриология органов ротовой полости.- Луганск, - 2011. – 126 с.
2. Луцик О.Д., Макеев В.Ф., Ященко А.М., Завадка О.Є., Макеева Ю.В., Кривко Ю.Я. «Атлас мікроанатомії органів ротової порожнини», Львів, 1999.-208.
3. Быков Гистология и эмбриология органов полости рта человека. СПб.,- 1996.- 178 с.
4. Гемонов В.В., Лаврова Э.Н., Фалин Л.И. Развитие и строение органов ротовой полости и зубов: Учебное пособие для студентов стоматологических вузов (факультетов).- М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002. – 236 с.
5. Гемонов В.В., Лаврова Э.Н., Фалин Л.И. Атлас по гистологии и эмбриологии органов ротовой полости и зубов: Учебное пособие для студентов стоматологических вузов (факультетов).- М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2003. – 95 с.
6. Фалин Л.И. «Гистология и эмбриология полости рта и зубов», 1963. – 219 с.
7. Гистология, под ред.Афанасьева Ю.И, Юриной Н.А., 1999.-С. 538-544.
8. Луцик А.Д., Иванова А.И, Кабак К.С., Чайковский Ю.Б. «Гистология человека» - К.: Книга-плюс, 2013.- . 474 с.
9. Кузнецов С.Л, Мушкамбаров Н.Н Гистология, цитология и эмбриология: Учебник. М., Мед. Книга.- 2007.- 600 с.
10. Луцик О.Д., Иванова А.Й, Кабак К.С. «Гістологія людини»,1993.
- 11.Мяделец О.Д. «Основы частной гистологии», 2002.-С.172-176.
- 12.Елисеев В.Г. и др. Атлас, 1970. - С.268-270.
- 13.Хэм А., Кормак Д. Гистология, 1984.- Т.4.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Морфофункциональная характеристика эмали	3
Развитие эмали зуба	13
Клиническое значение нарушений амелогенеза	23
Поверхностные образования эмали	24
Проницаемость эмали	26
Кариес	28
Тестовые задания	30
Литература	39