



# Глава 1

## РАЗВИТИЕ И СТРОЕНИЕ ЗУБОВ

### 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**Зуб** является очень прочным органом, служащим для откусывания, раздавливания, измельчения и растирания твердой пищи. У человека различают 4 группы зубов: резцы, клыки, премоляры и моляры. В постоянном прикусе у человека 32 зуба: 8 резцов, 4 клыка, 8 премоляров и 12 моляров. Третьи моляры у части людей могут отсутствовать или не прорезаться.

Часть зуба, выступающая в полость рта, называется **коронкой зуба**, а часть зуба, расположенная в челюсти, — **корнем зуба**. Выделяют также **шейку зуба** — небольшое сужение в месте перехода эмали, покрывающей коронку, в цемент корня на границе коронки и корня.

Для удобства описания локализации изменений твердых тканей зуба коронковую часть зуба и корень принято делить на трети.

Выделяют следующие поверхности зубов:

- **окклюзионную** — поверхность смыкания, обращенную к зубам противоположной челюсти. У моляров это окклюзионная поверхность, у резцов — режущий край;
- **вестибулярную**: у передних зубов, соприкасающихся с губами, эта поверхность называется **губной**, а у задних, прилегающих к щеке, — **щечной**;
- **оральную** — поверхность зуба, обращенную в полость рта. У зубов нижней челюсти она называется **язычной**, у зубов верхней челюсти — **нёбной**;
- **контактную** — поверхность, прилегающую к соседнему зубу. Таких поверхностей две: **медиальная** (передняя) и **дистальная** (задняя).

При пломбировании, реставрациях, эндодонтическом лечении необходимо учитывать такие признаки, характеризующие зуб, как признак корня, признак угла и кривизны коронки.

**Признак корня**: продольная ось корня отклонена по отношению к осевой линии коронки зуба в дистальную сторону.

**Признак угла коронки**: линия окклюзионного края зуба при переходе на медиальную поверхность образует меньший угол, чем при переходе на дис-

тальную. Такое явление объясняется тем, что, как правило, на зубе, за исключением центрального резца нижней челюсти, уровень окклюзионной поверхности снижается в дистальном направлении, т.е. имеется скат окклюзионной поверхности в переднезаднем направлении.

**Признак кривизны коронки**: вестибулярная часть коронки переходит в медиальную более круто, чем в дистальную. Следовательно, в окклюзионной проекции мезиальная часть вестибулярной поверхности будет более выпуклая, чем дистальная. Собственно имеется переднезадний скат вестибулярной поверхности коронки.

Наружный контур сформирован вестибуло-оральными и медиодистальными (переднезадними) поверхностями коронки зуба. Эти поверхности слегка выпуклые и плавно переходят одна в другую. Линия наибольшей выпуклости называется **экватором**, который обеспечивает целостность тканей пародонта в процессе жевания. У резцов и клыков экватор проходит в районе пришеечной трети коронки с вестибулярной и язычной стороны. На контактных поверхностях этих зубов линия экватора образует дугу, верхушка которой находится на уровне резцовой трети коронки зуба (области контактного пункта). У моляров и премоляров линия экватора с вестибулярной стороны проходит по пришеечной трети коронки, с оральной поверхности расположена в области средней трети коронки. На медиальных контактных поверхностях моляров и премоляров линия экватора расположена на границе средней и окклюзионной трети коронки зуба. На дистальных поверхностях линия экватора расположена на средней трети коронки зуба, за исключением первого премоляра, у которого она расположена ближе к шейке зуба.

В физиологических условиях правильный наружный контур коронки зуба обеспечивает физиологическое стимулирование маргинальной части пародонта, и в результате этого пародонт поддерживается в интактном состоянии. Если в процессе пломбирования, реставрации, протезирования наружный контур оказывается избыточным, физиологического воздействия на краевой пародонт в процессе жевания не происходит, то создаются условия для образования зубного налета, после-

дующего развития воспаления и кариозных пятен вследствие нарушения процесса самоочищения. Переконтурирование экватора также ведет к возникновению неправильно сформированного контактного пункта, изменению конфигурации амбразур. В связи с этим создаются условия для накопления зубного налета и возникают сложности при проведении гигиенических мероприятий. Если при восстановлении разрушенной части коронки наружный контур коронки недоконтурирован, в дальнейшем возможны травмы маргинальной части пародонта, в частности эпителиального прикрепления при жевании. Кроме этого, недоконтурирование ведет к нарушению конфигурации амбразур, отсутствию контактных пунктов.

Область соприкосновения экваторов двух соседних зубов в зубной дуге называется *контактным пунктом* (рис. 1.1).

Каждый зуб соприкасается в зубной дуге с соседним зубом медиальной и дистальной поверхностями. Площадь соприкосновения (контакт) в значительной степени зависит от возраста человека. После прорезывания между зубами образуются точечные контакты. С течением времени в результате постоянного трения контактных поверхностей в процессе функционирования зуба и также в результате имеющейся физиологической подвижности область контакта постепенно уплощается и превращается в площадку. За счет стирания контактных поверхностей с возрастом возможно укорочение зубной дуги.

Значение правильно сформированных и расположенных контактов в процессе развития и при вос-

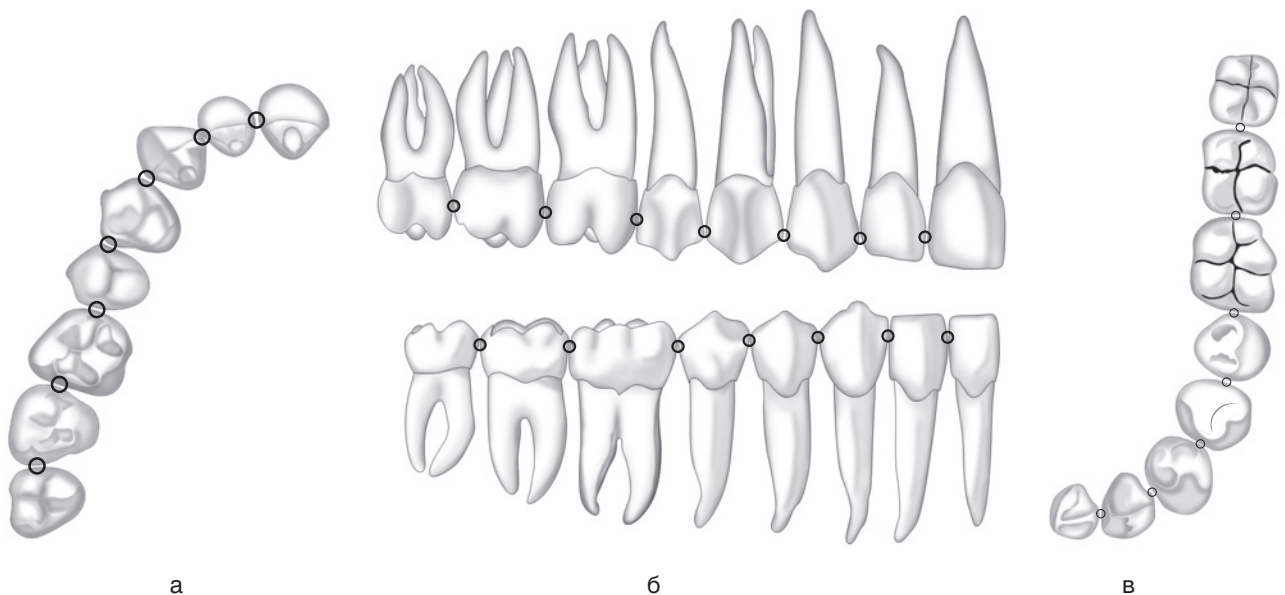
становлении разрушенных кариесом зубов не подлежит сомнению, так как при нормальных контактах сохраняется целостность межзубных десневых сосочков, что обеспечивает защиту пародонта в процессе жевания. Контакты обеспечивают также стабильное положение зубов в зубной дуге.

В вестибулооральном направлении контактные пункты у резцов и клыков локализируются в резцовой (окклюзионной) трети коронки зуба, причем дистальные контактные пункты расположены слегка ниже медиальных, за исключением центральных резцов нижней челюсти. У последних контактные пункты находятся на одном уровне вследствие того, что угол коронки у этих зубов не выражен.

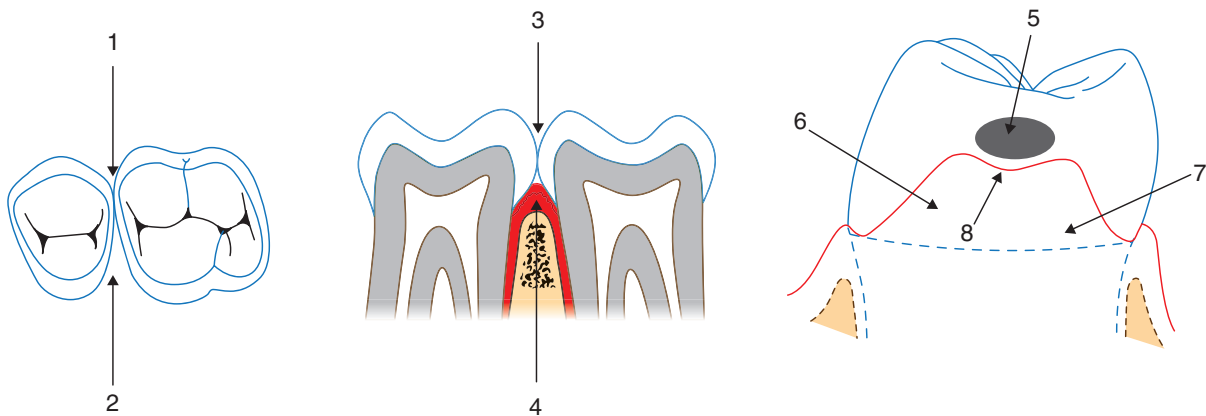
В окклюзионной плоскости контактные пункты у всех зубов, за исключением резцов, в разной степени смещены в вестибулярную сторону и находятся примерно на границе вестибулярной и средней трети коронки зуба. У резцов контактные пункты расположены по центру резцовой трети коронки.

Для рационального проведения профилактических мероприятий (гигиены полости рта), препарирования полостей и их пломбирования при кариесе целесообразно учитывать строение и функциональное значение пространства, окружающих контактный пункт. К таким пространствам относятся амбразуры (ниши) (рис. 1.2).

**Амбразуры** — это V-образные пространства довольно сложной конфигурации, расположенные вокруг контактных пунктов зубов. Они обозначаются согласно направлениям, куда открываются. Различают вестибулярную, оральную, окклюзионную и десневую амбразуры. Десневая амбразура



**Рис. 1.1.** Локализация контактных пунктов: а — окклюзионная проекция верхней челюсти; б — вестибулооральные проекции верхней и нижней челюстей; в — окклюзионная проекция нижней челюсти



**Рис. 1.2.** Амбразуры: 1 — вестибулярная амбразура; 2 — оральная амбразура; 3 — окклюзионная амбразура; 4 — межзубной десневой промежуток (десневая амбразура); 5 — контактный пункт; 6 — вестибулярная часть десневого сосочка; 7 — оральная часть десневого сосочка; 8 — промежуточная часть десневого сосочка

представляет собой межзубной десневой промежуток.

Границы *вестибулярной амбразуры* образованы вестибулярными контактными скатами коронок соседних зубов и заканчиваются в области контактного пункта. Окклюзионно граница вестибулярной амбразуры переходит в окклюзионную амбразуру, а по направлению к шейке зуба (эмалево-цементной границе) вестибулярная амбразура переходит в межзубной десневой промежуток. Вестибулярная амбразура короткая и широкая.

Границами *оральной амбразуры* служат оральные контактные скаты коронок соседних зубов. Эти границы также заканчиваются в области контактного пункта. Окклюзионная граница оральной амбразуры переходит в окклюзионную амбразуру, а по направлению к шейке зуба (эмалево-цементной границе) оральная амбразура переходит в межзубной десневой промежуток. Оральная амбразура длинная и узкая.

*Окклюзионная амбразура* расположена между наружными скатами маргинальных валиков соседних зубов и доходит до контактного пункта. В вестибулярном и оральном направлениях она переходит в оральную и вестибулярную амбразуры.

*Десневая амбразура*, или межзубной десневой промежуток, представляет собой треугольное пространство, вершина которого находится на контактном пункте, стороны образованы контактными поверхностями коронок соседних зубов, а основанием является вершина межзубной альвеолярной перегородки. В норме межзубной десневой промежуток полностью заполнен межзубным десневым сосочком. На разрезе в вестибулооральном направлении в межзубном десневом сосочке выделяют вестибулярную и оральную части, которые соединены между собой седловидной перемычкой, окружающей контактный пункт. Протяженность

седловидной перемычки укорачивается по направлению к резцам. При манипуляциях в межзубном промежутке необходимо учитывать, что седловидная часть межзубного десневого сосочка менее устойчива к травме, так как покрыта неороговевающим эпителием.

Особенность строения этой области необходимо учитывать при наложении матрицы и интерденального клина в процессе пломбирования.

Помимо контактных пунктов, зубы контактируют между собой при смыкании челюстей. Функциональное соотношение зубов верхней и нижней челюстей при смыкании называется окклюзией.

Различают четыре основных вида окклюзии: центральную, переднюю, правую и левую боковые. При центральной окклюзии имеется максимальное количество контактов между зубами. Окклюзия может быть физиологической и патологической.

Физиологическая окклюзия в отличие от патологической обеспечивает полноценную функцию жевания, речи и эстетики.

Правильное восстановление взаимоотношений между амбразурами, маргинальными валиками, бугорками и рельефом окклюзионных поверхностей соседних зубов, зубов-антагонистов и тканями пародонта, контактирующими с коронкой зуба, создает условия для полноценного восстановления жевательной функции зуба.

Для понимания действия факторов, способствующих возникновению кариеса зубов, целесообразно подробно остановиться на развитии, строении и свойствах тканей зубов.

## 1.2. РАЗВИТИЕ ЗУБОВ

Развитие зубов у человека начинается примерно на 6–7-й неделе эмбрионального развития. Наружный зародышевый листок (эктодерма) слу-

жит источником формирования эмали и покрывающей ее кутикулы. Цемент, дентин и пульпа — производные подлежащей мезенхимы (эктомезенхимы).

Выделяют три этапа формирования (одонтогенеза) тканей зуба. На I этапе происходят закладка и обособление зубных зачатков. В этот период многослойный плоский эпителий, вросший в подлежащую мезенхимную ткань, образует зубную пластинку. На отдельных участках этой пластинки начинается разрастание эпителия, за счет которого формируются будущие эмалевые органы зачатков молочных зубов. На 10-й неделе в каждый будущий эмалевый орган врастает подлежащая мезенхима. Формируется зубной сосочек. В дальнейшем происходит увеличение эмалевого органа и затем его отделение от зубной пластинки. К концу 3-го месяца эмбрионального развития эмалевый орган соединен с зубной пластинкой в виде тонкого эпителиального тяжа — так называемой шейки эмалевого органа. Одновременно вокруг эмалевого органа разрастается мезенхима, формируя зубной мешочек. Из тканей шейки эмалевого органа и эпителия оставшейся свободной части участка зубной пластинки формируются зачатки постоянных зубов.

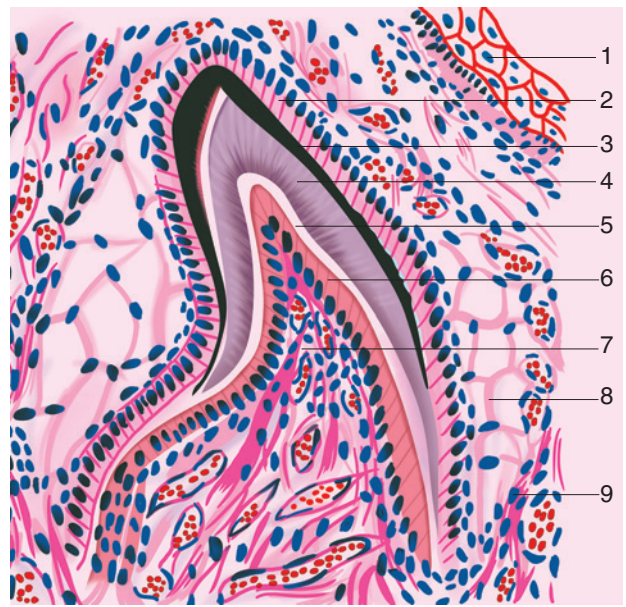
На II этапе происходит дифференциация зубных зачатков. Недифференцированные клетки эмалевого органа и зубного сосочка трансформируются в энамелобласты — клетки, отвечающие за формирование эмали зуба. В процессе дифференцировки клеток зубного сосочка происходит образование преодонтобластов, которые затем превращаются в одонтобласты — клетки, продуцирующие дентин. В этот период контур зубного зачатка соответствует форме коронковой части будущего зуба. Одновременно с активной дифференцировкой клеток эмалевого органа и зубного сосочка в окружающих зубной зачаток тканях идет процесс формирования костной ткани челюстей. В этот период эпителий шейки эмалевого органа полностью рассасывается и зубной зачаток теряет связь с зубной пластинкой, которая также частично замещается мезенхимой.

Гистогенез — заключительный, III этап, в течение которого происходит образование эмали, дентина, цемента и пульпы (рис. 1.3).

Этап гистогенеза начинается в конце 3-го месяца эмбрионального развития и продолжается до прорезывания зубов. На этом этапе начинается образование дентина одонтобластами. Одонтобласты синтезируют коллаген и компоненты органического матрикса дентина, волокна которого первоначально откладываются на вершине зубного сосочка. Образующиеся у одонтобластов периферические отростки замуровываются откла-

дывающимся коллагеном, формируя дентинные каналцы. Обызвествление органического матрикса дентина начинается на 5-м месяце эмбрионального развития.

Эмаль, образуемая за счет эпителиальных клеток эмалевого органа, появляется на верхушке зубного сосочка вскоре после первых отложений дентина и имеет призматическую структуру. Такая структура возникает с момента завершения дифференцировки энамелобластов, что характеризуется увеличением каналцев эндоплазматической сети и появлением отростков Томса, увеличением секреторной деятельности клетки.



**Рис. 1.3.** Гистогенез: 1 — эпителий слизистой оболочки рта; 2 — энамелобласты; 3 — эмаль зуба; 4 — дентин; 5 — предентин; 6 — слой одонтобластов; 7 — пульпа зуба; 8 — пульпа эмалевого органа; 9 — наружные эмалевые клетки

Процесс формирования эмали проходит два этапа: первоначально образуется органическая основа призм, а затем происходит их обызвествление — так называемое созревание эмали. В этот период происходит дальнейшая дифференциация энамелобластов. Формируются два типа клеток. Клетки I типа участвуют в транспорте неорганического компонента эмали. Для этих клеток характерно высокое содержание кальцийсвязывающих белков. Клетки II типа осуществляют удаление из эмали органических веществ и воды. Завершающим этапом деятельности энамелобластов является участие в образовании кутикулы эмали.

Развитие цемента начинается в постнатальном периоде, после формирования дентина корня зуба. Возникшие из мезенхимных клеток цементобласты начинают откладывать цемент на поверхности дентина корня.

## 1.3. СТРОЕНИЕ ЭМАЛИ, ДЕНТИНА И ЦЕМЕНТА ЗУБА

### 1.3.1. СТРОЕНИЕ ЭМАЛИ

**Эмаль** (*enamelum*) является самой твердой тканью организма. Ее микротвердость составляет более 390 кг на 1 мм<sup>2</sup> площади. Эмаль покрывает поверхность коронки зуба. Толщина эмалевого покрова неодинакова в различных участках коронки и колеблется от 0,01 мм у эмалево-цементного соединения до 3,5 мм на жевательной поверхности в области бугорков. Химический состав эмали следующий: воды — 3,8%, органических веществ — 1,2%, неорганических веществ — 95%, из них кальций составляет — 37%, фосфор — 17%.

Образование эмали начинается после начала отложения дентина на вершине зубного сосочка. На I этапе энамелобласты (амелобласты) секретируют белки неколлагенового типа — амелогенины и энамелины. Основными белками эмали в период ее формирования являются амелогенины, составляющие 90% всех белков, которые секретируют энамелобласты. Считают, что эти белки регулируют рост кристаллов гидроксиапатита в длину, толщину и ширину.

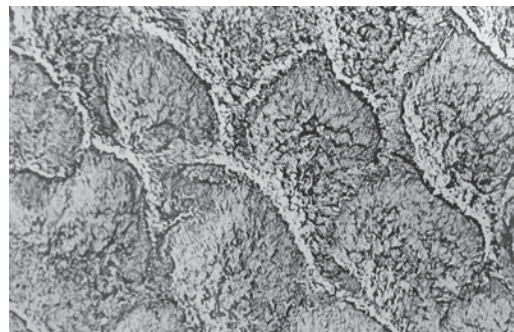
Одновременно с отложением белков эмали происходит их минерализация за счет образования кристаллов гидроксиапатита. Основным источником поступления неорганических веществ также являются энамелобласты. Вновь сформированная эмаль содержит значительное количество органического вещества. По мере развития эмали содержание белков в ней значительно уменьшается. Призматическая структура эмали начинает формироваться с момента появления у энамелобластов отростков Томса. Они регулируют процесс направленного отложения вещества эмали и его дальнейшей организации, в том числе регулируют ориентацию кристаллов гидроксиапатита при формировании призм. В центральных отделах призмы кристаллы откладываются вдоль ее оси, а на периферии располагаются менее упорядоченно и могут быть ориентированы под прямым углом к оси призмы. К моменту прорезывания зубов энамелобласты редуцируются, а эмаль оказывается покрыта тонкой оболочкой — кутикулой эмали.

Диаметр эмалевой призмы составляет 4–6 мкм. Основание эмалевых призм расположено на дентиноэмалевом соединении. От этого соединения призмы тянутся через всю толщу эмали и достигают поверхности зуба. Ход эмалевых призм, в основном расположенных в радиальном направлении относительно оси коронки зуба, достаточно сложен. Длина призмы слегка превышает толщину эмали за счет S-образных изгибов призмы. В результате изгибов призм на шлифах эмали продольные и поперечные срезы призм имеют различную опти-

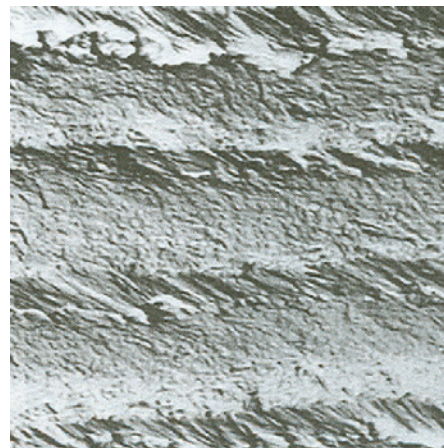
ческую плотность, что выражается в наличии чередующихся темных и светлых участков — так называемых полос Гунтера–Шрегера.

Особенности процесса обызвествления эмали определяются наличием в ней линий Ретциуса. Эти линии на продольных шлифах пересекают эмаль в косом направлении, а на поперечных шлифах расположены в виде концентрических кругов, идущих параллельно поверхности зуба. Линии Ретциуса отражают неравномерность процесса минерализации эмали и соответствуют периодам покоя в деятельности энамелобластов. В этих участках эмаль относительно менее минерализованна. Линии Ретциуса, начинаясь у дентиноэмалевой границы, идут косо через всю толщу эмали и заканчиваются на ее поверхности валиками, отделенными друг от друга неглубокими бороздками. Валики, расположенные параллельными рядами и окружающие всю поверхность коронки по окружности, называются *перикиматами*.

Эмалевая призма имеет поперечную исчерченность, которая отражает суточный ритм ее минерализации. На поперечном сечении призмы могут быть полигональными, овальными или неправильной формы. Чаще всего встречаются аркадообразные призмы (рис. 1.4).



а



б

**Рис. 1.4.** Эмалевые призмы: а — аркадообразная конфигурация призм на поперечном срезе; б — продольный срез

Ранее считали, что вокруг каждой призмы есть оболочка, содержащая большое количество органического материала, — так называемое межпризменное пространство. Данные современных методов исследования, например электронной микроскопии, указывают, что межпризменные зоны отличаются от самой призмы только расположением кристаллов гидроксиапатита.

Длина кристаллов эмали составляет в среднем 160, ширина — 40–69, а толщина — 26 нм. Все кристаллы имеют гидратную оболочку толщиной около 1 нм. Кроме связанной гидратной воды в эмали есть свободная вода, расположенная в микропространствах. Это так называемая эмалевая жидкость. Предполагают, что гидратный слой и эмалевая жидкость обеспечивают ионный обмен между кристаллами эмали и окружающей средой. В принципе возможен и гетероионный обмен, когда, например, гидроксильный ион замещается ионом фтора, что ведет к повышению кислотоустойчивости эмали.

Более 75% апатита эмали представлено гидроксиапатитом  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Фторапатит составляет примерно 0,7%. Молярное соотношение кальция и фосфора в гидроксиапатите составляет 1,67, что является оптимальным для обеспечения кариесрезистентности эмали.

В интактной эмали на шлифах определяются эмалевые пластинки (ламеллы) и эмалевые пучки. Эмалевые пластинки идут от дентино-эмалевого соединения до поверхности коронки зуба. Больше всего их у шейки зуба. Эмалевые пучки расположены только во внутренних слоях эмали вдоль дентино-эмалевого соединения. Эти образования представляют собой участки эмали, богатые органическим веществом.

Органическое вещество представлено белками, липидами и углеводами. По аминокислотному составу белки эмали можно отнести к группе кератинов.

Дентино-эмалевое соединение состоит из большого количества органического вещества в виде волокнистых структур, проникающих как в дентин, так и в эмаль (рис. 1.5).

На поверхности зуба после его прорезывания находятся различные структурные образования, которые влияют на взаимодействие твердых тканей зуба со средой полости рта.

До прорезывания зуба поверхность эмали покрыта *кутикулой*, которая состоит из двух слоев. Внутренний слой, или первичная кутикула, образуется в результате секреции энамелобластами гликопротеинов, которые формулируют тонкую однородную пленку. Наружный слой, или вторичная кутикула, представляет собой редуцированный эпителий эмалевого органа. После прорезывания зуба в результате жевания кутикула исчезает, частично оставаясь на боковых поверхностях зубов и в подповерхностном слое.

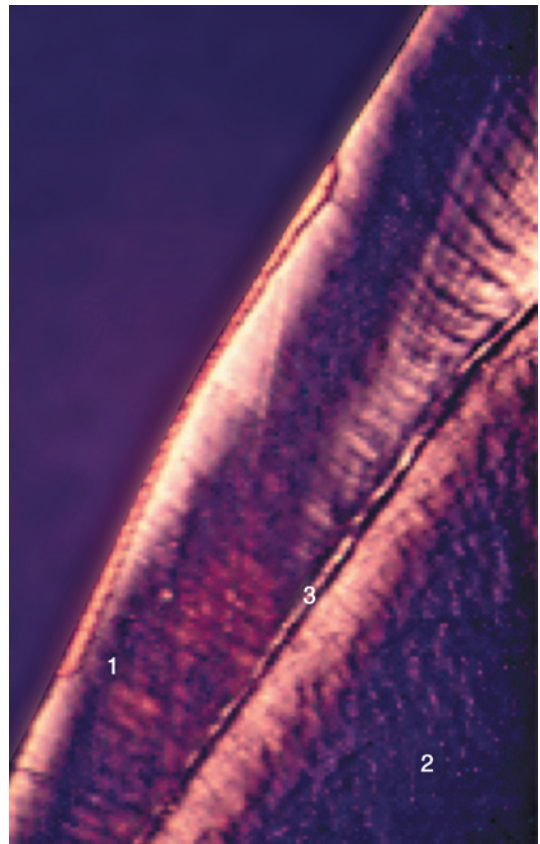


Рис. 1.5. Дентиноэмалевое соединение: 1 — эмаль; 2 — дентин; 3 — дентиноэмалевое соединение

На поверхности эмали формируется *пелликула* (приобретенная кутикула). Она состоит в основном из белково-углеводных комплексов, осаждающихся на эмали при взаимодействии со слюной. Эта пленка препятствует диффузии кислот в эмаль и ионов кальция и фосфата из эмали.

### 1.3.2. СТРОЕНИЕ ДЕНТИНА

Основную массу зуба составляет **дентин**. Коронковая часть дентина покрыта эмалью, а корневая — цементом. Дентин более чем на 70% состоит из неорганического вещества. Основное вещество дентина пронизано дентинными канальцами диаметром 1–5 мкм (рис. 1.6). От пульпы зуба канальцы идут радиально в направлении эмали и цемента. Диаметр дентинных канальцев уменьшается от центра к периферии. В норме их просвет заполнен отростками одонтобластов.

Основное вещество дентина содержит коллагеновые волокна. Дентин, образованный в процессе формирования зубных тканей, называется *первичным дентином*.

*Околопульпарный дентин* — внутренний, самый толстый слой дентина. В нем коллагеновые волокна в основном расположены тангенциально и называются волокнами Эбнера.