

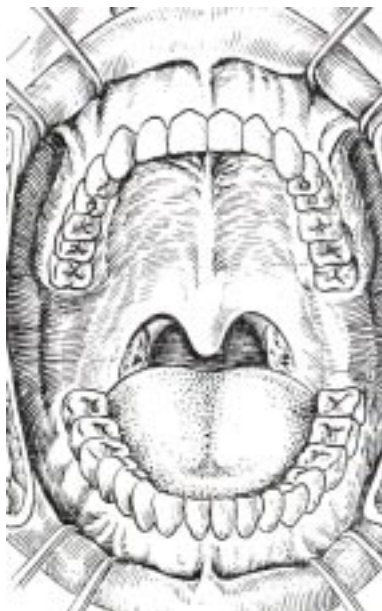
## Глава 3

# Строение и функции органов и тканей полости рта

*Е. В. Боровский*

Основным предметом изучения врача-стоматолога являются органы и ткани полости рта, что обязывает его знать их анатомическое строение, структуру и функции, а также взаимосвязь с другими органами и системами организма.

Полость рта (*cavitas oris*) является начальным отделом пищеварительного тракта. Она ограничена спереди и с боков губами и щеками, сверху — твердым и мягким небом, снизу — дном полости рта. При сомкнутых губах ротовое отверстие имеет форму щели, при открытых — округлую форму. Полость рта (**рис. 3.1**) состоит из двух отделов: переднего, или преддверия рта (*vestibulum oris*), и заднего отдела — собственно полости рта (*cavitas oris propria*). Преддверие рта ограничено спереди и по бокам губами и щеками, сзади и изнутри — зубами и слизистой оболочкой альвеолярных



**Рис. 3.1.** Полость рта.

отростков верхней и нижней челюстей. Собственно полость рта посредством зева соединяется с полостью глотки.

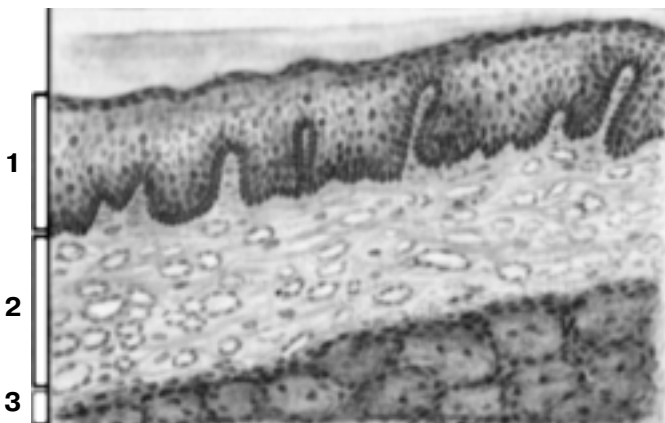
Формирование полости рта, которое происходит к концу второго месяца внутриутробной жизни, тесно связано с развитием костей лицевого черепа. В этот период наиболее велик риск возникновения аномалий развития. Так, если лобный отросток мезиального носового отростка не срастается с одним или обоими отростками верхней челюсти, то возникает расщелина мягких тканей. Если не срастаются правый и левый отростки твердого неба — возникает расщелина твердого неба.

### 3.1. Слизистая оболочка рта

**Строение слизистой оболочки рта.** Преддверие и собственно полость рта выстланы слизистой оболочкой.

Слизистая оболочка рта (*tunica mucosa oris*) состоит из 3 слоев: эпителиального, собственной пластинки слизистой оболочки и подслизистой основы (**рис. 3.2**).

**Эпителиальный слой.** Слизистая оболочка рта выстлана многослойным плоским эпителием. Его строение неодинаково в различных участках полости рта. На губах, щеках, мяг-



**Рис. 3.2.** Строение слизистой оболочки рта: 1 — эпителий; 2 — собственная пластинка слизистой оболочки; 3 — подслизистая основа.

ком небе, дне полости рта эпителий в нормальных условиях не ороговеет и состоит из базального и шиповатого слоев. На твердом небе и десне эпителий в нормальных условиях подвергается ороговению, в связи с чем в нем имеются кроме указанных слоев зернистый и роговой. Считают, что ороговение эпителия служит его ответной реакцией на воздействие раздражителя, в первую очередь механического.

Между клетками базального слоя располагаются отдельные лейкоциты. Они могут проникать в полость рта через эпителий, особенно эпителий десневой борозды, и обнаруживаются в ротовой жидкости. В некоторых участках эпителия могут встречаться меланоциты — клетки, образующие меланин. Эпителий слизистой оболочки рта обладает высоким уровнем активности ферментных систем. На границе эпителиального слоя и собственной пластинки слизистой оболочки располагается базальная мембрана, состоящая из волокнистых структур.

***Собственная пластинка слизистой оболочки*** (*lamina mucosa propria*), на которой располагается пласт эпителия, состоит из плотной соединительной ткани. На границе с эпителием она образует многочисленные выступы — сосочки, которые вдаются на различную глубину в эпителиальный слой. Соединительная ткань представлена волокнистыми структурами — коллагеновыми и ретикулярными волокнами и клеточными элементами — фибробластами, тучными и плазматическими клетками, сегментоядерными лейкоцитами. Наиболее богата клеточными элементами собственная пластинка слизистой оболочки щеки и губ.

Макрофаги, выполняющие защитную функцию, фагоцитируют бактерии и погибшие клетки. Они активно участвуют в воспалительных и иммунных реакциях. Лаброциты (тучные клетки), характеризующиеся способностью продуцировать биологически активные вещества — гепарин, гистамин, обеспечивают микроциркуляцию, проницаемость сосудов. Лаброциты принимают участие в реакциях гиперчувствительности замедленного типа.

Собственная пластинка слизистой оболочки без резкой границы переходит в *подслизистую основу* (*tunica submucosa*), образованную более рыхлой соединительной тканью. В ней располагаются мелкие сосуды, залегают малые слюнные железы. Выраженность подслизистой основы определяет степень подвижности слизистой оболочки рта.

**Иннервация слизистой оболочки рта.** Чувствительную реакцию слизистой оболочки неба, щек, губ, зубов и передних двух третей языка обеспечивает **тройничный нерв (V пара черепных нервов)**, ветви которого являются периферическими отростками нервных клеток тройничного (гассерова) узла. За чувствительность задней трети языка отвечает **языкоглоточный нерв (IX пара)**, который воспринимает также вкусовые раздражения с задней трети языка. С передних двух третей языка вкусовую чувствительность воспринимает **лицевой нерв (VII пара черепных нервов)**. Симпатические волокна оказывают влияние на кровоснабжение слизистой оболочки и на секрецию слюнных желез.

### 3.1.1. Строение слизистой оболочки в различных отделах рта

**Губы.** Красная кайма губ является переходной зоной между кожей и слизистой оболочкой. В силу этого на ней отсутствуют волосы и потовые железы, но сохраняются сальные. Подслизистая основа отсутствует, но на границе мышечного слоя и слизистой оболочки имеется большое количество мелких слюнных желез. Красная кайма покрыта многослойным плоским ороговевающим эпителием, а со стороны преддверия полости рта — многослойным плоским неороговевающим. Уздечки верхней и нижней губы при коротком прикреплении к десне могут способствовать смещению зубов — возникновению *диагномы*.

**Щеки.** На щеках имеется выраженный подслизистый слой, что обуславливает подвижность слизистой оболочки. При закрывании рта слизистая оболочка образует складки. В подслизистой основе располагаются множество мелких

сосудов, **сальные железы (железы Фордайса)**, образующие иногда конгломераты желтоватого цвета. Нередко эти образования принимают за патологические. На слизистой оболочке щеки, на уровне второго большого коренного зуба (моляра) верхней челюсти, открывается выводной проток околоушной слюнной железы, эпителий которого не ороговеет.

**Десны.** Анатомически различают три участка десны: маргинальную, или краевую, альвеолярную, или прикрепленную, и десневой сосочек. В десне отсутствует подслизистая основа и поэтому слизистая оболочка плотно соединена с надкостницей альвеолярного отростка. Эпителий альвеолярного отростка краевой части десны имеет все признаки ороговения.

**Твердое небо.** Слизистая оболочка твердого неба имеет неодинаковое строение. В области небного шва и перехода неба в альвеолярный отросток подслизистая основа отсутствует и слизистая оболочка плотно прикреплена к надкостнице. В переднем отделе в подслизистой основе твердого неба содержится жировая ткань, а в заднем — **слизистые железы**, что обуславливает податливость этих участков слизистой оболочки. На небе, вблизи центральных резцов верхней челюсти, имеется **резцовый сосочек**, который соответствует расположенному в костной ткани резцовому каналу. В передней трети твердого неба в обе стороны от небного шва расходятся 3—4 складки.

**Мягкое небо.** Слизистая оболочка мягкого неба характеризуется наличием значительного количества эластических волокон на границе собственной пластинки слизистой оболочки и подслизистой основы (мышечная пластинка слизистой оболочки отсутствует). В подслизистой основе располагаются слизистые слюнные железы. Многослойный плоский эпителий не ороговеет, а в отдельных участках приобретает признаки мерцательного.

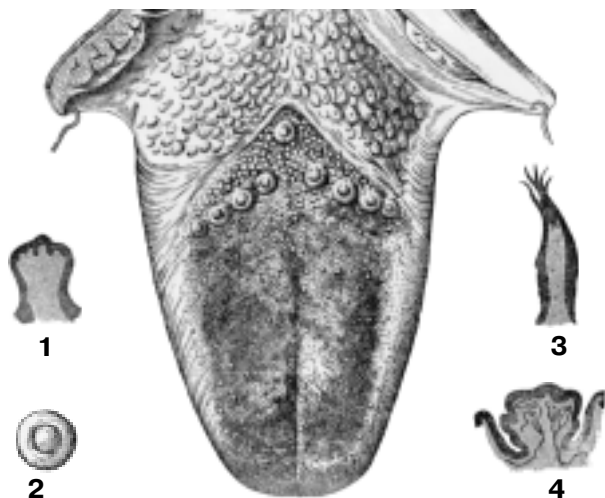
**Дно полости рта.** Слизистая оболочка дна полости рта очень подвижна за счет выраженного подслизистого слоя, а эпителий в норме не ороговеет.

**Язык.** Это мышечный орган полости рта, участвующий в жевании, сосании, глотании, артикуляции, определении вкуса. Различают верхушку (кончик), тело и корень, а также верхнюю (спинка), нижнюю поверхности и боковые края языка. Нижняя поверхность языка с расположенной на ней парной бахромчатой складкой соединяется уздечкой с дном полости рта.

Слизистая оболочка языка состоит из многослойного плоского неороговевающего или частично ороговевающего (нитевидные сосочки) эпителия и собственной пластинки слизистой оболочки. Нижняя поверхность гладкая, покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием. Благодаря наличию подслизистой основы она подвижна. На спинке языка слизистая оболочка плотно фиксирована на мышцах. На задней трети языка имеется **скопление лимфоидной ткани в виде больших или малых фолликулов**. Лимфоидная ткань розового цвета, хотя может иметь и синеватый оттенок. Это лимфоэпителиальное образование носит название язычной миндалины. В заднем отделе языка в подслизистой основе располагаются мелкие слюнные железы, которые по характеру секрета делят на серозные, слизистые и смешанные.

Собственная пластинка слизистой оболочки языка вместе с покрывающим ее эпителием образует выступы — **сосочки языка (рис. 3. 3)**. Различают нитевидные, грибовидные, листовидные и желобоватые сосочки языка.

**Нитевидные сосочки** (papillae filiformes) — самые многочисленные (до 500 на 1 см<sup>2</sup>). Они располагаются на всей поверхности спинки языка, покрыты многослойным плоским ороговевающим эпителием, что придает им белесоватый оттенок. При нарушении нормального отторжения ороговевающих чешуек, например при патологии желудочно-кишечного тракта, на языке образуется белый налет — «обложенный» язык. Возможно интенсивное отторжение наружного слоя эпителия нитевидных сосочков на ограниченном участке. Такое явление получило название **десквамации**. Нитевидные сосочки обладают тактильной чувствительностью.



**Рис. 3.3.** Строение языка: 1 — нитевидные сосочки; 2 — грибовидные; 3 — желобовидные; 4 — листовидные.

*Грибовидные сосочки* (papillae fungiformes) располагаются на боковых поверхностях и кончике языка. На спинке языка их меньше. Грибовидные сосочки имеют хорошее кровоснабжение. В силу того, что покрывающий их эпителиальный слой не ороговевает, они выглядят как красные точки. В грибовидных сосочках заложены вкусовые почки (луковицы).

*Листовидные сосочки* (papillae foliatae) располагаются на боковой поверхности языка и в задних отделах (впереди желобоватых). Листовидные сосочки также содержат вкусовые почки (луковицы).

*Желобоватые сосочки* (papillae vallatae — сосочки языка, окруженные валом) — самые крупные сосочки языка — располагаются в один ряд (по 9—12) уступом (подобно римской цифре V) на границе корня и тела языка. Каждый сосочек имеет форму цилиндра диаметром 2—3 мм и окружен желобком, в который открываются выводные протоки мелких слюнных желез. В стенках желобоватых сосочков имеется большое количество вкусовых почек (луковиц).

Язык кровоснабжается язычной артерией. Венозный отток происходит по язычной вене. На боковой поверхности у корня языка видно сосудистое (венозное) сплетение больших или меньших размеров, которое иногда ошибочно принимают за патологическое. Лимфатические сосуды располагаются преимущественно по ходу артерий.

С возрастом в строении слизистой оболочки рта наблюдается ряд изменений. Истончается эпителиальный слой, уменьшается размер клеточных элементов, утолщаются эластические волокна, происходит разволокнение коллагеновых пучков. У людей старше 60 лет отмечается нарушение целостности базальной мембраны, следствием чего может быть прорастание эпителия в собственную пластинку слизистой оболочки.

### 3.1.2. Функции слизистой оболочки рта

Слизистая оболочка в силу анатомо-гистологических особенностей выполняет ряд функций: защитную, пластическую, чувствительную, всасывающую.

**Защитная функция.** Обеспечение защитной функции возможно благодаря ряду ее свойств. В первую очередь непроницаемости для микроорганизмов и вирусов, за исключением возбудителей туляремии и ящура. Во-вторых, за счет постоянной десквамации эпителия. Вместе с чешуйками эпителия с поверхности слизистой оболочки удаляются микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности. Важную роль в осуществлении защитной функции играют лейкоциты, проникающие в полость рта через эпителий зубодесневого прикрепления (десневой борозды). В норме в 1 мл слюны содержится 4000 лейкоцитов. При заболеваниях слизистой оболочки рта (гингивит, стоматит) количество лейкоцитов в ротовой жидкости резко увеличивается.

**Пластическая функция.** Эта функция слизистой оболочки рта объясняется высокой митотической активностью эпителия, которая, по некоторым данным, в 3—4 раза выше митотической активности клеток кожи. Это обуславливает высокую регенерационную способность слизистой оболочки рта, часто подвергающуюся различного рода повреждениям.

**Чувствительная функция.** Осуществляется за счет обилия различных **рецепторов**: холодовых, тепловых, болевых, вкусовых, тактильных. Они являются началом афферентных путей, которые связывают слизистую оболочку с полушариями большого мозга. Слизистая оболочка рта служит рефлексогенной зоной желез и мышц желудочно-кишечного тракта. Установлено, что раздражения вкусовых рецепторов изменяют функцию пищеварительного тракта, влияют на состав крови, сердечно-сосудистую и другие системы и функции организма. Изменение уровня чувствительности происходит не только за счет повышения или понижения порога чувствительности, но, как показали результаты проведенных исследований, за счет мобилизации или демобилизации функциональных рецепторов. Процесс мобилизации (включения) и демобилизации (выключения) функциональных элементов, регулируемый ЦНС и происходящий в соответствии с непрерывно меняющимися условиями окружающей среды, был назван П. Г. Снякиным *функциональной мобильностью*.

Установлено, что процессы мобилизации и демобилизации обусловлены функциональным состоянием пищеварительного тракта. Натошак вкусовые рецепторы находятся в деятельном состоянии, а сразу после еды почти в половине проб происходит потеря чувствительности к действию вкусовых раздражителей. При заболеваниях желудочно-кишечного тракта возникает нарушение указанных закономерностей. Снижение функциональной мобильности отмечено при некоторых заболеваниях языка: десквамативном глоссите, глоссалгии. Исходя из этого, функциональная мобильность может быть использована в ряде случаев как тест состояния слизистой оболочки языка и желудочно-кишечного тракта.

**Всасывательная функция.** Слизистая оболочка рта обладает способностью всасывать ряд органических и неорганических соединений: аминокислот, антибиотиков, лекарственных веществ и др. Установлено, что уровень всасывания можно изменять. Дубильные средства уменьшают поступление

веществ, а воздействие физических факторов (электрофорез, ультразвук, фонофорез и др.) увеличивает. На использовании указанных свойств основано применение лечебных паст, эликсиров, ванночек и т. д.

## 3.2. Слюнные железы, слюна и ротовая жидкость

### 3.2.1. Слюнные железы

Различают три пары больших слюнных желез: околоушные, поднижнечелюстные и подъязычные и малые слюнные железы — щечные, губные, язычные, твердого и мягкого неба. Большие слюнные железы представляют собой дольчатые образования, легко пальпируемые со стороны полости рта. Малые слюнные железы диаметром 1—5 мм располагаются группами. Наибольшее их количество — в подслизистой основе губ, твердого и мягкого неба.

**Околоушные слюнные железы** (glandula parotidea) — самые большие слюнные железы. Выводной проток каждой из них открывается в преддверии полости рта и имеет клапаны и терминальные сифоны, регулирующие выведение слюны.

Они выделяют в полость рта серозный секрет. Его количество зависит от состояния организма, вида и запаха пищи, характера раздражения рецепторов полости рта. Клетки околоушной железы также выводят из организма различные лекарственные вещества, токсины и др.

В настоящее время установлено, что околоушные слюнные железы являются железами внутренней секреции (паратин влияет на минеральный и белковый обмен). Установлена гистофункциональная связь околоушных желез с половыми, околощитовидными, щитовидной железами, гипофизом, надпочечниками и др. Иннервация околоушных слюнных желез осуществляется за счет чувствительных, симпатических и парасимпатических нервов. Через околоушную слюнную железу проходит лицевой нерв.

**Поднижнечелюстная слюнная железа** (*glandula submandibularis*) выделяет серозно-слизистый секрет. Выводной проток открывается на подъязычном сосочке. Кровоснабжение осуществляется за счет подбородочной и язычной артерий. Поднижнечелюстные слюнные железы иннервируются веточками поднижнечелюстного нервного узла.

**Подъязычная слюнная железа** (*glandula sublingualis*) является смешанной и выделяет серозно-слизистый секрет. Выводной проток открывается на подъязычном сосочке.

### 3.2.2. Слюна и ротовая жидкость

**Слюна** (*saliva*) — секрет слюнных желез, выделяющийся в полость рта. В полости рта находится биологическая жидкость, называемая **ротовой жидкостью**, которая кроме секрета слюнных желез, включает микрофлору и продукты ее жизнедеятельности, содержимое пародонтальных карманов, десневую жидкость, десквамированный эпителий, мигрирующие в полость рта лейкоциты, остатки пищевых продуктов и т. д. Ротовая жидкость представляет собой вязкую жидкость с относительной плотностью 1,001—1,017.

В сутки у взрослого человека выделяется 1500—2000 мл слюны. Однако скорость секреции меняется в зависимости от ряда факторов: возраста (после 55—60 лет слюноотделение замедляется), нервного возбуждения, пищевого раздражителя. Во время сна слюны выделяется в 8—10 раз меньше — от 0,5 до 0,05 мл/мин, чем в период бодрствования, а при стимуляции — 2,0—2,5 мл/мин. С уменьшением слюноотделения увеличивается степень поражения зубов кариесом. В практической деятельности стоматолог имеет дело с ротовой жидкостью, так как она является средой, в которой постоянно находятся органы и ткани полости рта.

**Буферная емкость слюны** — это способность нейтрализовать кислоты и основания (щелочи), за счет взаимодействия гидрокарбонатной, фосфатной и белковой систем. Установлено, что прием в течение длительного времени углеводистой пищи снижает, а прием высокобелковой — повышает

буферную емкость слюны. Высокая буферная емкость слюны относится к числу факторов, повышающих резистентность зубов к кариесу.

*Концентрация водородных ионов (рН)* изучена довольно подробно, что обусловлено разработкой теории Миллера о возникновении кариеса зубов. Многочисленными исследованиями установлено, что в среднем рН слюны в полости рта в нормальных условиях находится в пределах 6,5—7,5. Установлены незначительные колебания рН в течение дня и ночи (снижение в ночное время). Наиболее сильным фактором, дестабилизирующим рН слюны, является кислотопродуцирующая активность после приема углеводистой пищи. «Кислая» реакция ротовой жидкости наблюдается очень редко, хотя локальное снижение рН — явление закономерное и обусловлено жизнедеятельностью микрофлоры зубного налета, кариозных полостей, осадка слюны.

**Состав слюны и ротовой жидкости.** Слюна состоит из 99,0—99,4 % воды и 1,0—0,6 % растворенных в ней органических минеральных веществ. Из **неорганических компонентов** в слюне содержатся кальциевые соли, фосфаты, калиевые и натриевые соединения, хлориды, гидрокарбонаты, фториды, роданиты и др. Концентрация кальция и фосфора подвержена значительным индивидуальным колебаниям (1—2 и 4—6 ммоль/л соответственно), которые находятся, в основном, в связанном состоянии с белками слюны. Содержание кальция в слюне (1,2 ммоль/л) ниже, чем в сыворотке крови, а фосфора (3,2 ммоль/л) — в 2 раза выше. В ротовой жидкости содержится также фтор, количество которого определяется его поступлением в организм.

Ионная активность кальция и фосфора в ротовой жидкости является показателем растворимости гидрокси- и фторапатитов. Установлено, что слюна в физиологических условиях пересыщена по гидроксиапатиту (концентрация ионов  $10^{-117}$ ) и фторапатиту ( $10^{-121}$ ), что позволяет говорить о ней как о минерализующем растворе. Следует отметить, что перена-

сыщенное состояние в нормальных условиях не приводит к отложению минеральных компонентов на поверхностях зубов. Присутствующие в ротовой жидкости пролин- и тирозинобогатые белки ингибируют спонтанную преципитацию из растворов, пересыщенных кальцием и фосфором.

Заслуживает внимания тот факт, что растворимость гидроксиапатита в ротовой жидкости значительно увеличивается при снижении ее pH. Значение pH, при котором ротовая жидкость насыщена эмалевым апатитом, рассматривается как критическая величина и, в соответствии с расчетами, подтвержденными клиническими данными, варьируют от 4,5 до 5,5. При pH 4,0—5,0, когда ротовая жидкость не насыщена как гидроксиапатитом, так и фторапатитом, происходит растворение поверхностного слоя эмали по типу эрозии (Larsen и др.). В тех случаях, когда слюна не насыщена гидроксиапатитом, но пересыщена фторапатитом, процесс идет по типу подповерхностной деминерализации, что характерно для кариеса. Таким образом, уровень pH определяет характер деминерализации эмали.

**Органические компоненты** ротовой жидкости многочисленны. В ней содержатся белки, синтезируемые как в слюнных железах, так и вне их. В слюнных железах вырабатываются ферменты: гликопротеиды, амилаза, муцин, а также иммуноглобулины класса А. Часть белков слюны имеет сывороточное происхождение (аминокислоты, мочевины). Видоспецифические антитела и антигены, входящие в состав слюны, соответствуют группе крови. Методом электрофореза выделено до 17 белковых фракций слюны.

**Ферменты** в смешанной слюне представлены 5 основными группами: карбоангидразами, эстеразами, протеолитическими, ферментами переноса и смешанной группой. В настоящее время в ротовой жидкости насчитывают более 60 ферментов. По происхождению ферменты делятся на 3 группы: секретируемые паренхимой слюнной железы, образующиеся в процессе ферментативной деятельности бактерий, образующиеся в процессе распада лейкоцитов в полости рта.

Из ферментов слюны, в первую очередь, следует выделить L-амилазу, которая в полости рта частично гидролизует углеводы, превращая их в декстраны, мальтозу, маннозу и др.

В слюне содержатся фосфатазы, лизоцим, гиалуронидаза, кининогенин (калликреин) и калликреинподобная пептидаза, РНКаза, ДНКаза и др. Фосфатазы (кислая и щелочная) участвуют в фосфорно-кальциевом обмене, отщепляя фосфат от соединений фосфорной кислоты и, тем самым, обеспечивая минерализацию костей и зубов. Гиалуронидаза и калликреин изменяют уровень проницаемости тканей, в том числе и эмали зубов.

Наиболее важные ферментативные процессы в ротовой жидкости связаны с ферментацией углеводов и в значительной степени обусловлены количественным и качественным составом микрофлоры и клеточных элементов полости рта: лейкоцитов, лимфоцитов, эпителиальных клеток и др.

Ротовая жидкость как основной источник поступления кальция, фосфора и других минеральных элементов в эмаль зуба влияет на физические и химические свойства эмали зуба, в том числе на резистентность к кариесу. Изменения количества и качества ротовой жидкости имеют важное значение для возникновения и течения кариеса зубов.

### 3.2.3. Функции слюны

Слюна играет огромную роль в поддержании нормального состояния органов и тканей полости рта. Известно, что при гипосаливации, и особенно ксеростомии (отсутствии слюны), быстро развивается воспаление слизистой оболочки рта, а спустя 3—6 мес возникает множественное поражение зубов кариесом. Отсутствие ротовой жидкости затрудняет пережевывание и глотание пищи. Функции слюны многообразны, но основными из них являются пищеварительная и защитная.

**Пищеварительная функция**, в первую очередь, выражается в формировании и первичной обработке пищевого комка. Кроме того, пища в полости рта подвергается первичной

ферментативной обработке, углеводы частично гидролизуются под действием L-амилазы до декстранов и мальтозы.

**Защитная функция.** Осуществляется благодаря многообразным свойствам слюны. Увлажнение и покрытие слизистой оболочки слоем слизи (муцина) предохраняет ее от высыхания, образования трещин и воздействия механических раздражителей. Слюна омывает поверхность зубов и слизистую оболочку рта, удаляя микроорганизмы и продукты их метаболизма, остатки пищи, детриты. Важное значение при этом имеют бактерицидные свойства слюны, выраженные благодаря действию ферментов (лизоцим, липаза, РНКазы, ДНКазы, опсонины, лейкины и др.).

Свертывающая и фибринолитическая способность слюны поддерживается за счет содержащихся в ней тромбопластина, антигепариновой субстанции, протромбинов, активаторов и ингибиторов фибринолизина. Эти вещества обладают гемокоагулирующей и фибринолитической активностью, благодаря чему обеспечивается местный гомеостаз, улучшаются процессы регенерации поврежденной слизистой оболочки. Слюна, будучи буферным раствором, нейтрализует поступающие в полость рта кислоты и щелочи. И, наконец, важную защитную роль играют иммуноглобулины, присутствующие в слюне.

**Минерализующее действие слюны.** В основе этого процесса лежат механизмы, препятствующие выходу из эмали ее компонентов и способствующие их поступлению из слюны в эмаль.

Кальций в слюне находится как в ионном, так и связанном состоянии. Считают, что в среднем 15 % кальция связано с белками, около 30 % находится в комплексных связях с фосфатами, цитратами и только 5 % — в ионном состоянии. Именно этот ионизированный кальций участвует в процессах реминерализации.

В настоящее время установлено, что ротовая жидкость при нормальных условиях (рН 6,8—7,0) пересыщена кальцием и фосфором. При снижении рН растворимость гидроксиапатита эмали в ротовой жидкости значительно увеличивается.

Например, при рН 6,0 ротовая жидкость становится кальцийдефицитной. Таким образом, даже незначительные колебания рН, не способные сами по себе вызвать деминерализацию, могут активно влиять на поддержание динамического равновесия эмали зуба.

Физико-химическое постоянство эмали полностью зависит от состава и кислотно-основного равновесия ротовой жидкости. Главным фактором стабильности апатитов эмали в слюне являются рН и концентрация кальция, фосфата и фтористых соединений.

Ротовая жидкость — это лабильная среда, и на ее количественный и качественный состав влияет множество факторов и условий, но в первую очередь — состояние организма. С возрастом секреторная функция больших и малых слюнных желез уменьшается. Нарушение слюноотделения происходит также при острых и ряде хронических заболеваний. Так, при заболевании ящуром развивается избыточное выделение слюны (до 7—8 л в сутки), что служит одним из важных диагностических признаков. При гепатохолестиститах, наоборот, отмечается гипосальвация, и больные жалуются на сухость в полости рта. При сахарном диабете увеличивается содержание глюкозы в ротовой жидкости.

Большое влияние на состав и свойства ротовой жидкости оказывает гигиеническое состояние полости рта. Ухудшение ухода за полостью рта приводит к увеличению налета на зубах, повышению активности ряда ферментов (фосфатазы, аспарагиновой трансаминазы), увеличению осадка слюны, быстрому размножению микроорганизмов, что создает условия, особенно при частом приеме углеводов, для продуцирования органических кислот и изменения рН.

**Противокариозное действие слюны.** Было установлено, что вскоре после поступления в полость рта твердой углеводистой пищи концентрация глюкозы в слюне снижается, причем вначале быстро, а затем медленно. Большое значение при этом играет скорость слюноотделения — усиление слюноотделения способствует более активному вымыванию

углеводов. При этом не происходит выведения фторидов, так как они связываются с поверхностями твердых и мягких тканей полости рта, высвобождаясь в течение нескольких часов. Благодаря присутствию фторидов в слюне баланс между де- и реминерализацией смещается в сторону последней, что обеспечивает противокариозный эффект. Установлено, что этот механизм реализуется даже при относительно низких концентрациях фторидов в слюне.

Влияние слюны на ускорение выведения глюкозы является не единственным механизмом снижения поражаемости кариесом. Более выраженное противокариозное действие обеспечивается ее способностью к нейтрализации кислот и щелочей, т. е. буферным эффектом, благодаря присутствию гидрокарбонатов натрия.

Слюна в норме пересыщена ионами кальция, фосфора и гидроксиапатита, соединения которых формируют основу тканей зуба. Степень пересыщенности еще более высока в жидкой фазе зубного налета, которая находится в непосредственном контакте с поверхностью зуба. Пересыщенность слюны ионами, составляющими основу тканей зуба, обеспечивает их поступление в ткани, т. е. является движущей силой минерализации. При снижении pH зубного налета пересыщенное состояние слюны ионами кальция, фосфора и гидроксиапатитов уменьшается, а затем вовсе исчезает.

В реминерализации подповерхностных слоев эмали участвует также ряд белков слюны. Молекулы статхерина и кислых, богатых пролином белков, а также некоторых фосфопротеинов, связывающих кальций при снижении pH в зубном налете, освобождают ионы кальция и фосфора в жидкую фазу зубного налета, что поддерживает реминерализацию.

Из других противокариозных механизмов следует указать на образование пленки (пелликулы) на поверхности эмали слюнного происхождения. Эта пленка препятствует прямому контакту эмали с поступающими в полость рта кислотами и, тем самым, исключает выход кальция и фосфора из ее поверхности.

### 3.3. Зубы

Зубы — образования, состоящие в основном из твердых тканей (дентин, эмаль, цемент), расположены в альвеолах челюстей и предназначены для откусывания и разжевывания пищи. Зубы являются производными слизистой оболочки ротовой области эмбриона. Из эпителия слизистой оболочки развивается эмаль, а из мезенхимы, находящейся под эпителием, образуются пульпа, дентин, цемент, периодонт.

**Развитие зубов.** Это сложный и длительный процесс, который начинается в эмбриональный период и заканчивается в возрасте 18—20 лет. В развитии как временных, так и постоянных зубов различают 3 периода: закладку и образование зубных зачатков, их дифференцировку, гистогенез твердых тканей зуба.

Закладка и формирование зубов начинается на 6—8-й неделе эмбрионального развития и характеризуется образованием вначале эпителиальной пластинки, а затем эмалевых колпачков. Дифференцировка зубных зачатков, происходящая на 12—14-й неделе эмбриогенеза, характеризуется образованием адамантобластов — строителей эмали, и одонтобластов — строителей дентина. Гистогенез твердых тканей зуба начинается в конце 4-го месяца эмбриогенеза. В процессе гистогенеза вначале образуется дентин, а затем эмаль. Обызвествление тканей начинается в конце 5-го месяца эмбрионального развития.

Развитие постоянных зубов происходит так же, как и временных. Закладка начинается с 5-го месяца эмбрионального развития. Вначале закладываются резцы, клыки и премоляры. Зачаток первого моляра закладывается примерно на 6-м месяце жизни, а третьего — на 4—5-м году жизни. Следует отметить, что развитие корней как временных, так и постоянных зубов начинается незадолго до прорезывания зуба, а формирование верхушки корня завершается через 2 года после прорезывания.

Указанные сведения о сроках закладки и развития тканей зуба имеют важное значение для понимания и объяснения

изменений (патология твердых тканей зуба, адентия и др.), наблюдаемых в клинической практике. Для клинической практики важное значение имеет также знание сроков формирования корней временных и постоянных зубов и сроков рассасывания корней временных зубов. Эти данные определяют выбор метода лечения, показания к их удалению и т. д.

**Прорезывание зубов.** Регулируется нервной и эндокринной системами. На этот процесс оказывает влияние дифференцировка тканей зуба, сопровождающаяся увеличением объема и созданием внутри зачатка определенного давления (напряжения).

Большое значение имеет перестройка костной ткани впереди и позади зачатка, что при наличии напряжения внутри зачатка обуславливает его движение. Сроки прорезывания постоянных зубов приведены в **табл. 3.1.**

Таблица 3.1.

***Сроки формирования и прорезывания постоянных зубов***

| Процесс                      | Зубы        |             |             |          |           |             |           |       |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|-----------|-------------|-----------|-------|
|                              | 1           | 2           | 3           | 4        | 5         | 6           | 7         | 8     |
| Закладка фолликула           | 8 мес плода | 8 мес плода | 8 мес плода | 2 года   | 3 года    | 5 мес плода | 3 года    | 5 лет |
| Начало минерализации         | 6 мес       | 9 мес       | 6 мес       | 2,5 года | 3,3 года  | 9 мес плода | 3,5 года  | 8 лет |
| Окончание формирования эмали | 4—5 лет     | 4—5 лет     | 6—7 лет     | 5—6 лет  | 6—7 лет   | 2—3 года    | 7—8 лет   | *     |
| Прорезывание                 | 6—8 лет     | 8—9 лет     | 10—11 лет   | 9—10 лет | 11—12 лет | 6 лет       | 12—13 лет | *     |
| Формирование корней          | 10 лет      | 10 лет      | 13 лет      | 12 лет   | 12 лет    | 10 лет      | 15 лет    | *     |

\* Сроки окончания формирования эмали, прорезывания и формирования корней не ограничены.



**Рис. 3.4.** Зубной ряд постоянного прикуса с указанием контактного пункта зубов.

Зубы располагаются так, что их коронки образуют дугу, или ряд, на верхней и нижней челюстях. Зубной ряд состоит из 16 зубов: 4 резцов, 2 клыков, 4 премоляров и 6 моляров верхней и нижней челюстей. Соотношение зубных рядов верхней и нижней челюстей при наиболее полном смыкании зубов-антагонистов получило название «прикус» (occlusio).

**Прикус.** Различают временный (сменный) и постоянный прикус.

**Временный прикус** представлен 20 зубами, которые отличаются от постоянных размером, формой и цветом.

**Постоянный прикус** включает 32 зуба. Зубы в зубном ряду плотно прилегают друг к другу своими боковыми поверхностями (контактные пункты) (**рис. 3.4**); каждый зуб контактирует с двумя соседними зубами и смыкается с двумя антагонистами, за исключением нижних центральных резцов и верхних третьих моляров. При смыкании зубных рядов верхние резцы перекрывают нижние на  $\frac{1}{3}$  высоты их коронок, режущие края нижних резцов опираются на зубные бугорки на небной (язычной) поверхности верхних резцов; щечные бугры верхних боковых зубов перекрывают соответствующие бугры нижних зубов; верхние клыки попадают при смыкании

зубов между нижними клыками и первыми премолярами. Мезиально-щечные бугры верхних моляров укладываются в передние бороздки между щечными буграми нижних первых моляров. Описанные признаки соответствуют *ортогнатическому прикусу*, являющемуся эталоном нормы.

К разновидностям постоянного нормального прикуса относятся: *физиологическая прогнатия* — умеренное выстояние, или переднее положение верхней челюсти, и *физиологическая прогения* — умеренное выстояние зубного ряда нижней челюсти; *бипрогнатия* — одновременное отклонение вперед (вестибулярно) верхних и нижних передних зубов; *прямой прикус* — краевое смыкание резцов и одноименных бугров верхних и нижних боковых зубов.

**Аномалии прикуса.** Клинически могут проявляться в виде деформации зубных рядов и их неправильного смыкания в сагиттальном, трансверзальном и вертикальном направлениях.

К сагиттальным аномалиям относятся: *патологическая прогнатия* — значительное выстояние зубов верхней челюсти, *патологическая прогения* — значительное выстояние зубов нижней челюсти, *односторонний перекрестный прикус* — одностороннее перекрывание нижними зубами режущих краев и щечных бугров верхних зубов, *открытый прикус* — наличие контактов только на дистальных боковых зубах; *глубокий прикус* — отсутствие контактов между резцами верхней и нижней челюстей.

**Аномалии зубов.** Различают аномалии числа, размера, цвета, формы и положения зубов. Считают, что аномалии зубов являются признаками нарушенного развития зубочелюстной системы.

**Аномалии числа зубов.** К ним относятся уменьшение или увеличение числа зубов по сравнению с нормой. Такое отклонение может быть обусловлено отсутствием зачатка (нарушение в процессе закладки или гибель зачатка) или задержкой полностью сформированного зуба в челюсти. Отсутствие зубов называется *адентией*, а их задержка в челюсти — *ретенцией*. Адентия может быть частичной — отсутствует один или несколько зубов, и полной — отсутству-

ют все зубы. Первичная адентия возникает в случае, если один или несколько зубов не прорезывались, вторичная — после удаления зуба. При ретенции зуб, как правило, полностью сформирован, за исключением, иногда, его корней.

*Сверхкомплектные зубы* — зубы, располагающиеся вне зубной дуги, а иногда в зубном ряду без нарушения его формы. В большинстве случаев, корни сверхкомплектных зубов имеют аномальные форму и размеры.

**Аномалии формы и размера коронок зубов.** Зубы большего или меньшего размера, по сравнению с нормой, считают аномальными. Увеличение размера всех зубов в дуге получило название «гигантизм». Размер зуба, в частности резца, может увеличиться за счет образования сросшихся зубов в результате слияния зубных зачатков. При гигантизме зубы прорезываются вне дуги (вследствие недостатка места), а иногда вообще не прорезываются. При наличии зубов мелких размеров между ними образуются промежутки — *диастемы* и *тремы*.

**Аномалии положения отдельных зубов.** Это наиболее часто встречающаяся аномалия. Различают оральное (небное, язычное), вестибулярное, мезиальное, дистальное положения, поворот зубов, транспозицию, низкое, высокое положение. *Небное, язычное и вестибулярное прорезывание зубов* обусловлено, в основном, сужением зубных рядов, наличием сверхкомплектных зубов. *Повороты зубов* вокруг оси также наблюдаются при сужении зубных рядов и сочетаются с изменением положения: наклоном, смещением. *Транспозиция зубов* — аномалия положения зубов, характеризующаяся заменой местоположения соседних зубов.

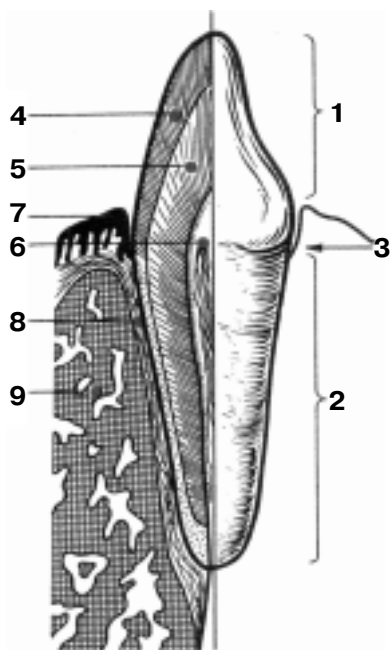
**Аномалии корней.** Эти аномалии наблюдаются часто и проявляются разнообразно. Количество корней может быть уменьшено или увеличено, и они могут быть изогнуты в различных направлениях (иногда под углом 90°). Отклонение корня от обычного направления значительно затрудняет прохождение канала, а иногда делает его вообще невозможным. Это следует учитывать при лечении пульпита и периодонтита.

### 3.3.1. Анатомическое строение зубов

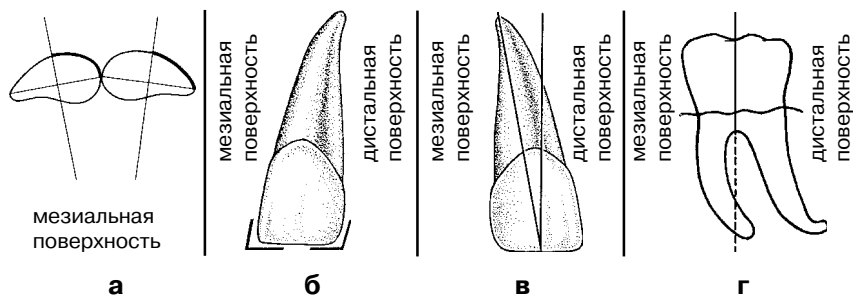
У человека зубы меняются один раз. Зубы сменного прикуса называют *временными*. Прорезывание их начинается на 6—7-м месяце жизни и заканчивается к 2,5—3 годам. В 5—6-летнем возрасте начинают прорезываться зубы постоянного прикуса (*dentes permanentes*), и к 13 годам временные зубы полностью заменяются *постоянными*. Количество временных и постоянных зубов неодинаково: во временном прикусе всего 20 зубов, так как отсутствуют премоляры и третьи моляры. Анатомическая формула зубов временного прикуса 2.1.1, т. е. на каждой стороне как верхней, так и нижней челюстей имеются 2 резца, 1 клык и 2 моляра.

В постоянном прикусе 32 зуба. Их анатомическая формула 2.1.2.3, т. е. 2 резца, 1 клык, 2 премоляра и 3 моляра.

В зубах временного и постоянного прикуса различают *коронку* (*corona dentis*) — часть зуба, выступающую в полость рта; *корень зуба* (*radix dentis*), который находится в альвеоле; *шейку зуба* (*cervix dentis*) — небольшое сужение на границе между коронкой и корнем зуба. На уровне шейки зуба заканчивается эмалевый покров коронки и начинается цемент, покрывающий корень зуба. В области шейки зуба прикрепляется круговая связка, волокна которой с противоположной стороны вплетаются в кость альвеолы, десну, а также направляются к шейкам соседних зубов (рис. 3.5).



**Рис. 3.5.** Строение зуба (схема):  
1 — коронка; 2 — корень; 3 — шейка;  
4 — эмаль; 5 — дентин; 6 — пульпа;  
7 — десна; 8 — периодонт; 9 — костная ткань альвеолярного отростка.



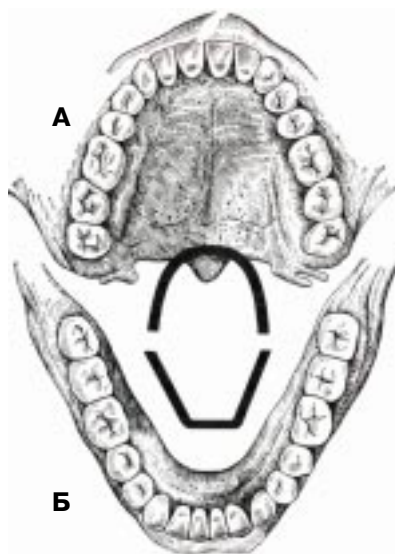
**Рис. 3.6.** Признаки групповой принадлежности зуба: а — признак кривизны коронки; б — признак угла коронки; в, г — признак корня.

Внутри зуба имеется *полость зуба* (cavitas dentis), которая делится на *коронковую часть* (cavitas coronale) и *канал корня зуба*, или *корневой канал* (canalis radialis dentis), в области верхушки корень заканчивается узким *апикальным* (верхушечным) *отверстием* (foramen apices dentis).

На коронке зубов различают следующие поверхности: *мезиальную* (mesial surface), *дистальную* (distal surface), *лицевую*, или *вестибулярную* (facial surface), *язычную* (lingual surface). У премоляров и моляров имеется также *окклюзионная* (жевательная) поверхность. Линия схождения язычной и лицевой поверхностей у резцов и клыков образует *режущий край*.

Каждый зуб имеет анатомические признаки, позволяющие определить его групповую принадлежность. Такими признаками служат форма коронки, режущего края или жевательной поверхности, количество корней. Наряду с этим существуют признаки принадлежности зуба к правой или левой челюсти: признаки кривизны коронки, угла коронки, признак корня.

*Признак кривизны коронки* проявляется в том, что наибольшая выпуклость вестибулярной (зубной, щечной) поверхности расположена мезиально (**рис. 3.6, а**). *Признак угла коронки* выражается в том, что мезиальная поверхность и режущий край резцов и клыков образуют более

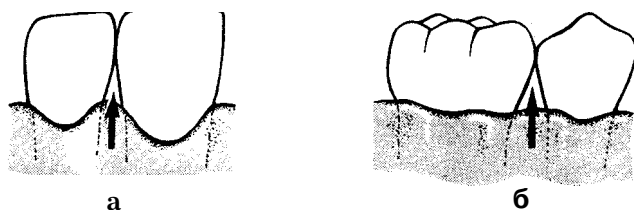


**Рис. 3.7.** Форма зубных рядов (схема). А — верхний зубной ряд; Б — нижний зубной ряд.

острый угол, чем угол между режущим краем и латеральной поверхностью (**рис. 3.6, б**). *Признак корня* состоит в том, что корни резцов и клыков отклоняются в заднебоковом направлении, а премоляров и моляров — в заднем от продольной оси корня (**рис. 3.6 в, г**).

Завершение прорезывания зубов (временных и постоянных) заканчивается образованием зубных рядов в виде дуг. Верхний ряд постоянных зубов имеет форму полуэллипса, нижний — параболы (**рис. 3.7**). При этом верхний зубной ряд шире нижнего, в результате чего верхние резцы и клыки перекрывают одноименные зубы, а щечные бугры верхних жевательных зубов находятся снаружки от одноименных нижних.

Зубные ряды в функциональном отношении представляют собой единое целое, что обусловлено рядом факторов. Известно, что коронка зуба имеет выпуклость, особенно выраженную у премоляров и моляров. Она получила название *экватора зуба* и располагается на границе верхней и сред-

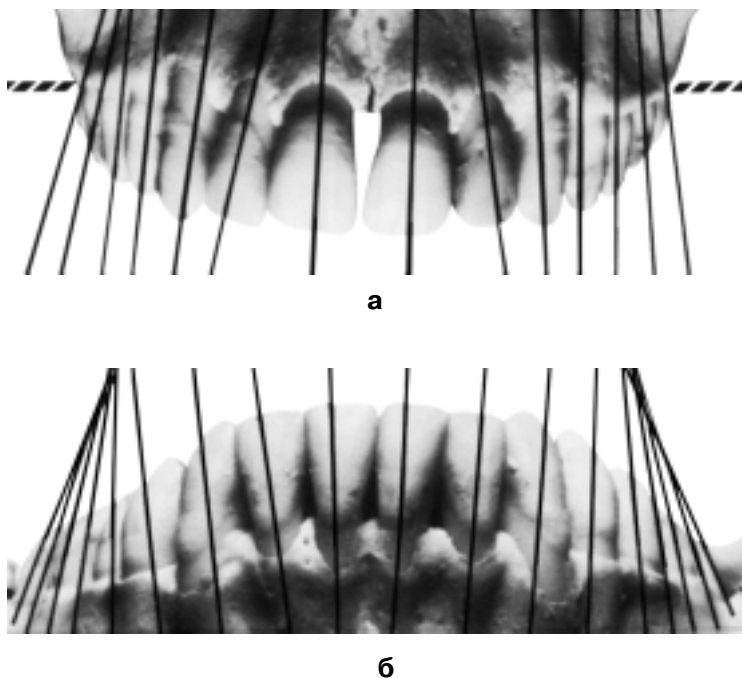


**Рис. 3.8.** Межзубной контакт (схема): а — у резцов; б — у жевательных зубов. Треугольное пространство между зубами обеспечивает защиту межзубного сосочка.

ней трети коронки. Наличие выпуклости обеспечивает создание межзубных контактов, которые у резцов и клыков располагаются ближе к режущему краю, чем у премоляров и моляров. В результате этого между зубами создается треугольное пространство, заполненное десневым сосочком, который, таким образом, оказывается защищенным от пищи (**рис. 3.8**). Кроме того, наличие плотного контакта между зубами обеспечивает единство зубного ряда, благодаря чему создается высокая функциональная устойчивость при жевании. Давление, оказываемое на какой-либо зуб, распространяется не только по его корням на альвеолярный отросток, но и на соседние зубы благодаря их плотному контакту. С возрастом точечные контактные пункты превращаются в плоскостные, что объясняется физиологической подвижностью зубов. Создание, а точнее восстановление, плотного контактного пункта при реставрации является обязательным условием гарантированного лечения.

Значительную роль в устойчивости зубных рядов играет расположение зубов в альвеолярном отростке. Так, зубы нижней челюсти наклонены коронками внутрь, а корнями кнаружи. Кроме того, коронки нижних моляров имеют наклон вперед (**рис. 3.9, а**). Выпуклость зубной дуги в сочетании с плотным контактом и внутренним наклоном коронки обеспечивает надежную фиксацию зубов нижней челюсти.

Наклон зубов верхней челюсти меньше способствует их устойчивости, так как их коронки наклонены кнаружи,



**Рис. 3.9.** Направление зубов в дуге: а — верхней челюсти (расходящееся); б — нижней челюсти (сходящееся).

а корни — внутрь (**рис. 3.9, б**). Силы, действующие в горизонтальном направлении при жевании, способствуют расшатыванию зубов. Устойчивость моляров верхней челюсти обеспечивается наличием третьего корня.

По имеющимся данным, угол наклона коронок моляров верхней челюсти в фациально(вестибулярно)-дистальном направлении достигает  $10\text{--}20^\circ$ , а коронок нижней челюсти в мезиально-язычном направлении —  $10\text{--}25^\circ$ . Угол наклона коронки зуба следует учитывать в процессе трепанирования при эндодонтическом лечении, чтобы не произвести перфорацию.

Значительный наклон коронок имеется у резцов и клыков верхней и нижней челюсти, что также следует помнить при вскрытии и обработке полости зуба.

**Центральные резцы верхней челюсти (рис. 3.10)** — самые большие из группы резцов. Вестибулярная поверхность их выпуклая. На ней расположены две неярко выраженные бороздки, идущие от центральной части коронки к режущему краю. Язычная поверхность имеет треугольную форму, вогнута. Боковые поверхности также имеют вид треугольника. Корень мощный, конусовидной формы. На мезиальной поверхности корня имеется продольное углубление (бороздка). Хорошо выражены признаки кривизны коронки и угла. Средняя длина зуба 25 мм (23,5—25,5). Он имеет 1 корень и 1 канал в 100 % случаев.

**Боковые резцы верхней челюсти (см. рис. 3.10)** по размеру меньше центральных. Мезиальная поверхность переходит в режущий край под прямым углом, латеральный угол закруглен. Язычная поверхность вогнута. Выраженные боковые валики при схождении у шейки зуба образуют ямку. Корень сдавлен с боков, хорошо заметна боковая бороздка. Выражен дистальный изгиб корня. Канал имеет овальную форму. Средняя длина зуба 23 мм (21—25 мм). Он имеет 1 корень и 1 канал в 100 % случаев.



**Центральные резцы нижней челюсти** значительно меньше резцов верхней челюсти (см. рис. 3.10). Средняя их длина 21 мм (19—23). 1 корень и 1 канал встречаются в 70 % случаев, 1 корень и 2 канала — в 30 %, однако в большинстве случаев они заканчиваются одним отверстием. Каналы располагаются в язычно-вестибулярном направлении. По этой причине на рентгенограмме второй канал практически всегда не выявляется.

**Рис. 3.10.** Центральный (1) и боковой (2) резцы верхней и нижней челюстей.

**Боковые резцы нижней челюсти** несколько больших размеров, чем центральные (см. **рис. 3.10**). Средний размер 22 мм (20—24). В 67 % случаев имеются 1 корень и 1 канал, в 40 % — 2 корня и 2 канала, в 13 % — 2 корня, сходящиеся у верхушки. Корень хорошо развит, конусообразной формы, сжат с боков. Каналы узкие.

**Клыки верхней челюсти (рис. 3.11)** — самые длинные зубы, в среднем 27 мм (24—29,7 мм). Всегда имеют 1 корень и 1 канал. Полость зуба значительных размеров, овальной формы с расширением в вестибулярно-язычном направлении на уровне шейки. Режущий край клыка образован двумя сходящимися под углом отрезками, из которых мезиальный короче латерального. Вестибулярная и язычная поверхности выпуклые, контактные — имеют треугольную форму. Корень мощный, слегка сжат с боков. Верхушка корня часто изогнута.

**Клыки нижней челюсти (см. рис. 3.11)** несколько меньше, чем клыки верхней челюсти. Средняя их длина 26 мм (26,5—28,5). 1 корень и 1 канал выявляются в 94 %, 2 канала — в 6 %. Канал овальной формы, хорошо проходим.

**Первые премоляры верхней челюсти (рис. 3.12).** Форма коронки напоминает закругленный прямоугольник. Жевательная поверхность образована двумя буграми — вестибулярным и язычным, из которых язычный меньше вестибулярного. Фиссура, разделяющая бугры, завершается небольшим углублением, которое ограничено эмалевым валиком на месте перехода жевательной в мезиальную и дистальную поверхности коронки. Средняя длина зуба 21 мм (19—23 мм). Имеет 2 корня и 2 канала в 79 % случаев; 1 корень и 1 канал — 18 %; 3 корня и 3 канала — в 3 % случаев.



**Рис. 3.11.** Клыки (3) верхней и нижней челюстей.



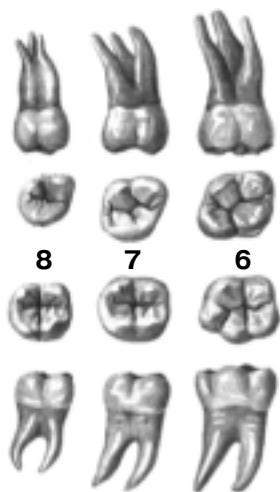
**Рис. 3.12.** Первый (4) и второй (5) премоляры верхней и нижней челюстей.

**Вторые премоляры верхней челюсти** (см. рис. 3.12) по форме почти не отличается от первого, но меньших размеров. Жевательная поверхность имеет два бугра одинаковой величины. Корень, как правило, одиночный, слегка уплощен. Имеется тенденция к раздвоению корня. Средняя длина зуба 22 мм (20—24 мм). В 56 % имеет 1 корень и 1 канал, в 42 % — 2 корня и 2 канала; в 2 % — 3 корня и 3 канала. Полость зуба располагается на уровне шейки.

**Первые премоляры нижней челюсти** (см. рис. 3.12). Средняя их длина 22 мм (20—24). Имеют 1 корень и 1 канал в 74 %, или 1 корень и 2 канала, сходящихся у верхушки — в 26 %. Коронка округлой формы, жевательная поверхность образована 2 буграми, из которых щечный значительно больше язычного, что придает наклон коронки зуба в полость рта. Бугры разделяет небольшая бороздка, которая всегда расположена ближе к язычному бугру. У передней и задней поверхностей бугры соединяются эмалевыми валиками. В других случаях от середины щечного бугра к язычному проходит эмалевый валик, и тогда по бокам его на жевательной поверхности образуются две ямки. Щечная поверхность выпуклая, хорошо выражен признак кривизны, контактные поверхности также выпуклы и постепенно переходят в язычную поверхность. Корень овальной формы, на передней и задней поверхностях нерезко выражены бороздки. Часто коронка и корень расположены под углом друг к другу с наклоном в сторону языка. Хорошо выражен признак корня.

**Вторые премоляры нижней челюсти** (см. рис. 3.12) по размерам превышают первые премоляры этой же челюсти.

**Рис. 3.13.** Первый (6), второй (7) и третий (8) моляры верхней и нижней челюстей.



Средняя их длина 22 мм (20—24). В 97 % случаев имеют 1 корень и 1 канал, в 3 % — 1 корень и 2 канала. Жевательная поверхность состоит из двух почти одинаково развитых бугров, которые соединены в центре эмалевым валиком. Между буграми лежит глубокая борозда; часто от нее отходит дополнительная бороздка, которая делит язычный бугор на два, превращая зуб в трехбугорковый. Щечная поверхность такая же, как и у первого премоляра, контактные поверхности несколько большего размера и выпуклые. Благодаря хорошо развитому щечному бугру жевательная поверхность имеет наклон в полость рта. Корень конусовидной формы, в сравнении с первым премоляром более развит. Коронковая часть полости зуба сжата в переднезаднем направлении, имеет форму щели с двумя выступами соответственно буграм коронки.

**Первые моляры верхней челюсти (рис. 3.13)** — самые большие зубы. Средняя длина 22 мм (20—24 мм). Жевательная поверхность зуба имеет форму закругленного ромба и образована 4 буграми, отделенными фиссурами. Одна из фиссур, начинаясь на передней поверхности, пересекает жевательную и переходит на щечную, где продолжается до середины коронки. Этой бороздой отделяется передний щечный бугор. Вторая борозда начинается на задней поверхности, переходит на жевательную, а затем на язычную, отделяя задняязычный бугор. Третья фиссура соединяет две первые, определяя остальные бугры. На передняязычном бугре обычно имеется аномальный (добавочный) бугорок

(tuberculum anemale Carabelli), который никогда не достигает жевательной поверхности.

Принято считать, что в этом зубе 3 корня и 3 канала, однако на самом деле в 56 % имеются 3 корня и 4 канала. 2 канала расположены в мезиальном щечном корне, который имеет уплощенную форму. В 3 % случаев бывает 5 корней — дополнительный корень выявляется в дистальном щечном корне.

Полость зуба смещена в переднюю треть коронки, а устья каналов располагаются под тупым углом. Устье четвертого канала находится по линии соединения устья щечного и небного каналов на расстоянии 1,5—2 мм от щечного.

**Вторые моляры верхней челюсти** (см. рис. 3.13). Средняя длина зуба 21 мм (19—23). Форма коронки, как и форма жевательной поверхности, имеет четыре варианта — два варианта с 4 буграми и два — с 3 буграми. При первом варианте форма коронки и жевательной поверхности такая же, как и в первом моляре. Отличие заключается в отсутствии добавочного бугорка. Этот вариант встречается у европейцев в 45 %.

Второй вариант — коронка удлинена в мезиально-дистальном направлении и напоминает вытянутую призму с хорошо выраженными 4 буграми. Хорошо определяется мезиально-щечная и дистально-язычная фиссуры и слабо — промежужочная.

Третий вариант — коронка также вытянута в длину, но имеется 3 хорошо выраженных бугра, расположенных по прямой линии и разделенных фиссурами.

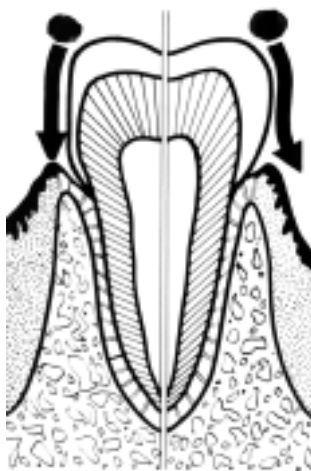
Четвертый вариант — коронка, как и жевательная поверхность, имеет треугольную форму, образованную тремя буграми: 1 язычный, 2 щечных. Вариант встречается примерно в 52 % случаев. Как правило, зуб имеет 3 корня и 3 канала (65 %), 3 корня и 4 канала (35 %).

**Третьи моляры верхней челюсти** (см. рис. 3.13) характеризуются непостоянной формой и величиной, но чаще бывают меньшего размера. Коронка имеет обычно 3 бугра,

несколько реже — 4, но может быть и 5—6 бугров. Размеры и форма корней зуба также непостоянны, число их может колебаться от 1 до 4—5.

**Первые моляры нижней челюсти** (см. рис. 3.13). Средняя их длина 22 мм (20—24). Имеют, как правило, 2 корня и 3 канала (2 в мезиальном корне, 1 — в дистальном) — в 65 %. В 29 % случаях обнаруживаются 4 канала (2 — в мезиальном и 2 — в дистальном), в 6 % — 2 канала. Жевательная поверхность образована 5 буграми за счет двух пересекающихся фиссур, проходящих в мезиально-дистальном и щечно-язычном направлениях и дополнительной бороздки в заднещечном участке жевательной поверхности. Такое расположение бороздок образует на жевательной поверхности 5 бугров: 3 щечных и 2 язычных. Щечная поверхность выпуклая, с хорошо выраженным признаком кривизны коронки. Полость зуба значительных размеров и слегка смещена в мезиально-щечном направлении. В мезиальном корне 2 канала: щечный, расположенный в мезиально-щечном направлении, и язычный, расположенный на расстоянии 2—3 мм от него. При наличии 4 каналов вместо 1 дистального имеются 2 — щечный и язычный. Полость зуба в таком случае имеет форму выраженного прямоугольника с закругленными углами.

**Вторые моляры нижней челюсти** (см. рис. 3.13) несколько меньше первых. Форму жевательной поверхности определяют две фиссуры. Одна из них проходит в мезиально-дистальном направлении, разделяя щечные и язычные бугры. Фиссуры заканчиваются углублениями, которые ограничены эмалевыми валиками на месте перехода жевательной поверхности в мезиальную и дистальную. Вторая фиссура проходит в язычно-щечном направлении и, в большинстве случаев, достигает слепой ямки на середине щечной поверхности. Зубы имеют 2 корня — мезиальный и дистальный и 3 канала — 1 дистальный и 2 мезиальных. Важно помнить, что устье щечно-мезиального канала смещено в щечном направлении. В 28 % случаев может быть 4 канала, в 8 % — может быть слияние мезиального и дистального каналов.



**Рис. 3.14.** Направления движения пищи при наличии и отсутствии экватора зуба

**Третьи моляры нижней челюсти** (см. **рис. 3.13**) могут быть разной формы. Чаще жевательная поверхность состоит из 4 бугров, но нередко встречаются и 5-бугорковые зубы. Наблюдались случаи, когда зуб имел 6—7 бугров. Корней, в большинстве случаев, 2, но часто они сливаются в 1 конусовидный. Изредка встречается несколько недостаточно развитых корней. Полость зуба повторяет его

форму, однако размер и форма корней непостоянны.

В заключение необходимо остановиться на анатомических образованиях, которые играют важную роль для клинической практики. В первую очередь следует обратить внимание на наличие экватора зуба (сферической поверхности) на щечной и контактных поверхностях, который необходим, чтобы исключить травму десны во время пережевывания пищи (**рис. 3.14**).

В процессе рассмотрения строения коронки премоляров и моляров упоминалось о существовании на жевательной поверхности, на границе перехода ее в мезиальную или дистальную, эмалевого валика. Значимость его обусловлена тем, что он предупреждает попадание пищи в межзубной промежуток. В том случае, если валик в процессе формирования жевательной поверхности не формируется, а создается плоская поверхность, что чаще всего наблюдается при пломбировании, то пища попадает в межзубной промежуток, несмотря на наличие контактного пункта.

И последнее — состояние фиссур жевательной поверхности. Различают фиссуры по глубине (поверхностные и глубокие) и по форме — открытые, V-образные и ампулообразные (**рис. 3.15**). При наличии глубоких фиссур, имеющих ампулообразное расширение, показано профилактическое препарирование (см. главу 6 «Кариес зубов»).

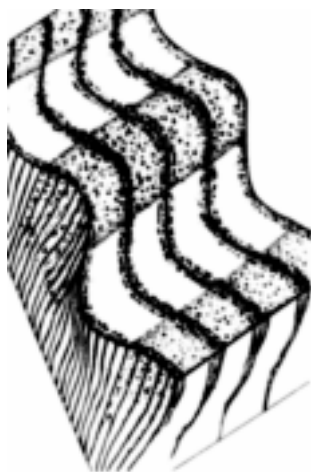


**Рис. 3.15.** Виды фиссур на жевательной поверхности премоляров и моляров (схема): 1 — открытые; 2 — V-образные; 3 — ампулообразные.

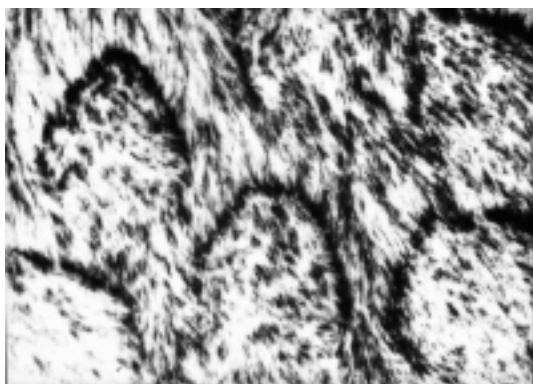
### 3.3.2. Гистологическое строение и химический состав твердых тканей зуба

**Эмаль** (enamelum). Эта ткань, покрывающая коронку зуба, является самой твердой в организме (250—800 ед. Виккерса). На жевательной поверхности ее толщина достигает 1,5—1,7 мм, на боковых поверхностях она значительно тоньше и сходит на нет к шейке, в месте соединения с цементом.

**Структура эмали.** Основным структурным образованием эмали являются эмалевые призмы диаметром 4—6 мкм. Длина призмы соответствует толщине слоя эмали и даже превышает ее благодаря извилистому направлению. Эмалевые призмы, концентрируясь в пучки, образуют S-образные изгибы. Вследствие этого на шлифах эмали выявляется оптическая неоднородность (темные или светлые полосы): в одном участке призмы срезаны в продольном направлении, в другом — в поперечном (полосы Гунтера—Шрегера) (рис. 3.16). Кроме того, на шлифах



**Рис. 3.16.** Строение эмали. Полосы Гунтера—Шрегера (схема).

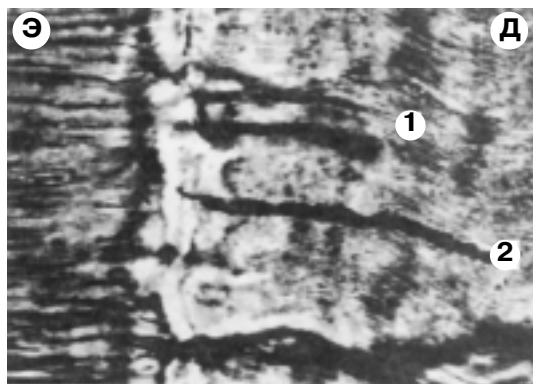


**Рис. 3.17.** Строение эмали, эмалевые призмы аркадообразной формы. Электронная микроскопия.  $\times 10\,000$ .

эмали, особенно после обработки кислотой, видны линии, идущие в косом направлении и достигающие поверхности эмали, так называемые *линии Ретциуса*. Их образование связывают с цикличностью минерализации эмали в процессе ее развития. По существующим представлениям, в указанных участках минерализация менее выражена, и в процессе локального воздействия кислоты в этих участках наступают наиболее ранние и выраженные изменения.

Эмалевая призма имеет поперечную исчерченность, которая отражает суточный ритм осложнений минеральных солей. Сама призма в поперечном сечении, в большинстве случаев, имеет аркадообразную форму или форму чешуи (**рис. 3.17**), но может быть полигональной, округлой или гексагональной.

Ранее считали, что вокруг каждой призмы имеется оболочка, содержащая большое количество органического вещества. С помощью более современных методик, в частности электронной микроскопии, установлено, что межпризменное вещество эмали состоит из таких же кристаллов, как и сама призма, но отличается их ориентацией. Органическое вещество эмали обнаруживается в виде тончайших фибриллярных



**Рис. 3.18.** Поперечный срез зуба. Микрофотография.  $\times 100$ : Э — эмаль; Д — дентин; 1 — эмалевая пластинка; 2 — эмалевый пучок.

структур. Существует мнение, что органические волокна определяют ориентацию кристаллов призмы эмали.

В эмали зуба, кроме указанных образований, встречаются ламеллы, пучки и веретена (**рис. 3.18**). Ламеллы (пластинки) проникают в эмаль на значительную глубину, эмалевые пучки — на меньшую. Эмалевые веретена — отростки одонтобластов — проникают в эмаль через дентино-эмалевое соединение.

Основной структурной единицей призмы считаются кристаллы апатитоподобного происхождения, которые плотно прилегают друг к другу, но располагаются под углом. Считают, что размеры кристаллов с возрастом увеличиваются. Структура кристалла обусловлена величиной элементарной ячейки. Кристаллы гидроксиапатита и фторапатита имеют свои параметры.

**Химический состав.** Г. Н. Пахомов (1982), исследовавший структуру кристаллов, считает, что эмаль зубов состоит из апатитов многих типов, однако основным является гидроксиапатит —  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Неорганическое вещество в эмали представлено (%): гидроксиапатитом — 75,04; карбонатапатитом — 12,06; хлорапатитом — 4,39; фторапатитом — 0,63;

карбонатом кальция — 1,33; карбонатом магния — 1,62. В составе химических неорганических соединений кальций составляет 37 %, а фосфор — 17 %.

Состояние эмали зуба во многом определяется соотношением Са/Р как элементов, составляющих основу эмали зуба. Это соотношение непостоянно и может изменяться под воздействием ряда факторов. Здоровая эмаль молодых людей имеет более низкий коэффициент Са/Р, чем эмаль зубов взрослых; этот показатель уменьшается также при деминерализации эмали. Более того, возможны существенные различия соотношения Са/Р в пределах одного зуба, что послужило основанием для утверждения о неоднородности структуры эмали зуба и, следовательно, о неодинаковой подверженности различных участков поражению кариесом.

Для апатитов, каковыми являются кристаллы эмали зуба, молярное соотношение Са/Р составляет 1,67. Однако, как это установлено в настоящее время, соотношение этих компонентов может изменяться как в сторону уменьшения (1,33), так и в сторону увеличения (2,0). При соотношении Са/Р 1,67 разрушение кристаллов происходит при выходе 2 ионов  $\text{Ca}^{2+}$ , при соотношении 2,0 гидроксиапатит способен противостоять разрушению до замещения 4  $\text{Ca}^{2+}$ , тогда как при соотношении Са/Р 1,33 его структура разрушается. По существующим представлениям, коэффициент Са/Р можно использовать для оценки состояния эмали зуба.

В результате многочисленных исследований, проведенных как в нашей стране, так и за рубежом, установлено, что микроэлементы в эмали располагаются неравномерно. В наружном слое отмечается большое содержание фтора, свинца, цинка, железа при меньшем содержании в этом слое натрия, магния, карбонатов. Равномерно по слоям распределяются стронций, медь, алюминий, калий.

Каждый кристалл эмали имеет гидратный слой связанных ионов ( $\text{OH}^-$ ), образующихся на поверхности раздела кристалл — раствор. Считают, что благодаря гидратному слою осуществляется ионный обмен, который может проте-

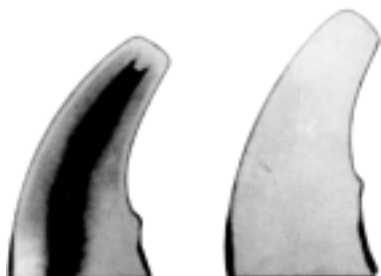
кать по гетероионному механизму обмена, когда ион кристалла замещается другим ионом среды, и по изоионному — когда ион кристалла замещается таким же ионом раствора.

В настоящее время установлено, что кроме связанной воды (гидратная оболочка кристаллов) в эмали имеется свободная вода, располагающаяся в микропространствах. Общий объем воды в эмали составляет 3,8 %. Первое упоминание о жидкости, находящейся в твердых тканях зуба, относится к 1928 г. В дальнейшем стали дифференцировать зубную жидкость, которая содержится в дентине, от эмалевой жидкости, заполняющей микропространства, объем которых составляет 0,1—0,2 % от объема эмали. В исследованиях на удаленных зубах человека с использованием специальной методики подогрева показано, что через 2—3 ч после начала опыта на поверхности эмали образуются капельки «эмалевой жидкости». Движение жидкости обусловлено капиллярным механизмом, а по жидкости диффундируют молекулы и ионы. Эмалевая жидкость играет биологическую роль не только в период развития эмали, но и в сформированном зубе, обеспечивая ионный обмен.

Органическое вещество эмали представлено белками, липидами и углеводами. В белках эмали определены следующие фракции: растворимая в кислотах и ЭДТА — 0,17 %, нерастворимая — 0,18 %, пептиды и свободные аминокислоты — 0,15 %. По аминокислотному составу эти белки, общее количество которых составляет 0,5 %, имеют признаки кератинов. Наряду с белком в эмали обнаружены липиды (0,6 %), цитраты (0,1 %), полисахариды (1,65 мг углеводов на 100 г эмали).

Таким образом, в составе эмали присутствуют: неорганические вещества — 95 %, органические — 1,2 % и вода — 3,8 %. В соответствии с данными других авторов, содержание органических веществ достигает 3 %.

**Функции эмали зуба.** Эмаль — это бессосудистая и самая твердая ткань организма. Кроме того, эмаль остается относительно неизменной в течение всей жизни человека.



**Рис. 3.19.** Распределение радиоактивного кальция в тканях нормального и депульпированного клыка собаки. Авторадиограмма.

Указанные свойства объясняются функцией, которую она выполняет — защищает дентин и пульпу от внешних механи-

ческих, химических и температурных раздражителей.

Только благодаря этому зубы выполняют свое назначение — откусывают и измельчают пищу. Структурные особенности эмали приобретены в процессе филогенеза.

Явление *проницаемости эмали* зуба осуществляется благодаря омыванию зуба (эмали) снаружи ротовой жидкостью, а со стороны пульпы — тканевой и наличию пространств в эмали, заполненных жидкостью. Возможность проникновения в эмаль воды и некоторых ионов известна с конца прошлого и начала нашего столетия. Так, С. F. Bedecker (1996) утверждал, что зубная лимфа может проходить через эмаль, нейтрализуя молочную кислоту и постепенно увеличивая плотность за счет содержащихся в ней минеральных солей.

В настоящее время проницаемость эмали изучена довольно подробно, что позволило пересмотреть ряд ранее существовавших представлений. Если ранее считали, что вещества в эмаль поступают по пути пульпа — дентин — эмаль, то в настоящее время не только установлена возможность поступления веществ в эмаль из слюны, но и доказано, что этот путь является основным (**рис. 3.19**). Эмаль проницаема в обоих направлениях: от поверхности эмали к дентину и пульпе и от пульпы к дентину и поверхности эмали. На этом основании эмаль зуба считают полупроницаемой мембраной. L. S. Fosdick с соавт. (1959) указывают, что проницаемость — главный фактор созревания эмали зубов после прорезывания. По их мнению, в зубе проявляются

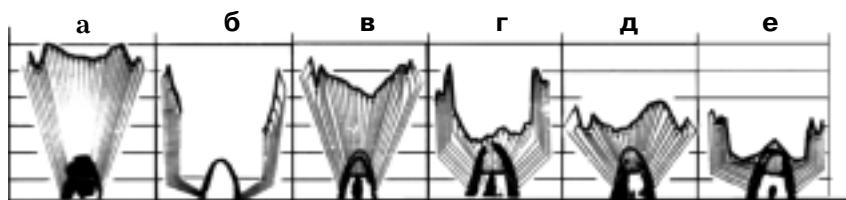
обычные законы диффузии. При этом вода (эмалевая жидкость) проходит со стороны малой молекулярной концентрации в сторону высокой, а молекулы и диссоциированные ионы — со стороны высокой концентрации в сторону низкой. Иначе говоря, ионы кальция перемещаются из слюны, которая пересыщена ими, в эмалевую жидкость, где их концентрация низкая.

В настоящее время имеются бесспорные доказательства проникновения в эмаль и дентин зуба из слюны многих неорганических и органических веществ. Показано, что при нанесении на поверхность интактной эмали раствора радиоактивного кальция ( $^{45}\text{Ca}$ ) он уже через 20 мин обнаруживался в поверхностном слое. При более длительном контакте раствора с зубом  $^{45}\text{Ca}$  проникал на всю глубину эмали до эмалево-дентинного соединения. Аналогичными исследованиями установлено включение радиоактивного фосфора в дентин и эмаль интактного зуба животного после внутривенного введения или аппликации раствора  $\text{Na}_2\text{HP}^{32}\text{O}_4$  на поверхность зуба.

Выявленные закономерности проникновения кальция и фосфора в эмаль зуба из слюны послужили теоретической предпосылкой для разработки метода реминерализации эмали, применяемого в настоящее время с целью профилактики и лечения на ранней стадии кариеса.

В настоящее время установлено, что в эмаль зуба из слюны проникают многие неорганические ионы, причем некоторые из них обладают высокой степенью проникновения. Так, при нанесении раствора радиоактивного йодида калия ( $\text{K}^{131}\text{I}$ ) на поверхность интактных клыков кошки он через 2 ч был обнаружен в щитовидной железе.

Длительное время считалось, что органические вещества не проникают в эмаль зуба. Однако при помощи радиоактивных изотопов было установлено внедрение в эмаль, и даже дентин, аминокислот, витаминов, токсинов через 2 ч после нанесения их на неповрежденную поверхность зубов собаки.



**Рис. 3.20.** Изменение уровня проницаемости тканей зуба при нанесении на его поверхность изотопов I (а), Са (б), лизина (в), тиамина (г), глицина (д), глюкозы (е).

В настоящее время изучены некоторые закономерности этого важного для эмали явления. Установлено, что уровень ее проницаемости может изменяться под воздействием ряда факторов. Так, этот показатель снижается с возрастом. Электрофорез, ультразвуковые волны, низкое значение рН усиливают проницаемость эмали. Она увеличивается также под воздействием фермента гиалуронидазы, количество которой в полости рта увеличивается при наличии микроорганизмов, зубного налета. Еще более выраженное изменение проницаемости эмали наблюдается, если к зубному налету имеет доступ сахароза. В значительной мере степень поступления ионов в эмаль зависит от их характеристик (**рис. 3.20**). Одновалентные ионы обладают большей проникающей способностью, чем двухвалентные. Важное значение имеют заряд иона, рН среды, активность ферментов и др.

Особого внимания заслуживает изучение распространения в эмали ионов фтора. При аппликации раствора фторида натрия ионы фтора быстро поступают на небольшую глубину (несколько десятков микрометров) и, как считают некоторые авторы, включаются в кристаллическую решетку эмали. Следует отметить, что после обработки поверхности эмали раствором фторида натрия ее проницаемость резко снижается. Этот фактор имеет важное значение для клинической практики, так как определяет последовательность обработки зуба в процессе реминерализующей терапии.

***Механизм и пути проницаемости эмали.*** Эти вопросы до настоящего времени не нашли окончательного разрешения, хотя многие аспекты изучены достаточно подробно. В первую очередь следует указать на наличие в эмали системы мельчайших пространств, в которые могут проникать небольшие молекулы.

Большинство исследователей считают, что основным условием поступления в эмаль зуба различных ионов и анионов является разность осмотических давлений межклеточной жидкости пульпы и ротовой жидкости на поверхности зуба. Так как слюна значительно богаче фосфатами, ионами кальция и другими ионами, чем интерстициальные жидкости (эмалевая жидкость), ионы перемещаются из слюны в эмаль зуба. Процесс этот сложный и может изменяться под воздействием многих факторов: концентрации веществ, ферментативной активности, pH, размера молекулы и др.

Глубина проникновения веществ зависит также от многих факторов. Так, ионы кальция, фосфатов, фтора активно адсорбируются в поверхностных слоях эмали (при условии их кратковременного контакта) в силу сродства проникающих ионов к веществам, из которых состоит эмалевый слой. Вызывает некоторое затруднение объяснение факта проникновения на всю глубину эмали органических веществ (аминокислот — глицина, лизина и др.) при нанесении их на поверхность эмали. Установлено, что они поступают в глубокие слои по образованиям, также содержащим большое количество органического вещества (ламеллы, веретена и др.). В эксперименте обнаружено проникновение органических веществ в эмаль только из слюны. Со стороны дентина аминокислоты и витамины в эмаль не проникают.

При изучении процесса адсорбции эмалью неорганических и органических веществ неизбежно встает вопрос о роли слюны — среды, в которой постоянно находится зуб, так как вещество в эмаль может поступить только в ионизированной форме, т. е. после растворения в жидкой среде.

**Созревание эмали зуба.** Такое выражение широко распространено в зарубежной литературе и меньше — в нашей. Под созреванием подразумевается увеличение содержания кальция, фосфора, фтора и других компонентов и совершенствование структуры эмали зуба. Поводом для изучения этого вопроса послужили многочисленные наблюдения изменения зубов и, особенно, эмали после их прорезывания. Так, например, установлено, что у пожилых людей зубы более устойчивы к действию деминерализующих растворов. Это можно объяснить тем, что минеральный состав и структура эмали и дентина с возрастом меняются. Ранее считалось, что изменение химического состава зависит от поступления веществ через пульпу. Однако, по последним данным, изменение минерального состава эмали обусловлено поступлением в нее различных веществ из слюны.

В настоящее время установлено, что в эмали после прорезывания зуба происходит накопление кальция и фосфора, наиболее активно — в первый год после прорезывания зуба, когда кальций и фосфор адсорбируются во всех слоях различных зон эмали. В дальнейшем накопление фосфора, а после 3-летнего возраста — кальция, резко замедляется. По мере созревания эмали и увеличения содержания минеральных компонентов растворимость поверхностного слоя эмали, по показателям выхода в биоптат кальция и фосфора, снижается. Установлена обратная зависимость между содержанием кальция и фосфора в эмали и степенью поражения кариесом. Поверхность зуба, где эмаль содержит больше кальция и фосфора, значительно реже поражается кариесом, чем поверхность зуба, эмаль которого содержит меньшее количество этих веществ.

В созревании эмали важная роль принадлежит фтору, количество которого после прорезывания зуба постепенно увеличивается. Добавочное введение фтора снижает растворимость эмали и повышает ее твердость. Из других микроэлементов, влияющих на созревание эмали, следует указать на ванадий, молибден, стронций.

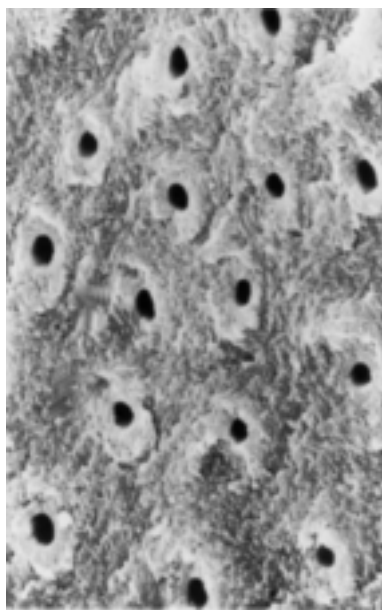
Механизм созревания эмали изучен недостаточно. Считают, что при этом происходят изменения в кристалли-

ческой решетке, уменьшается объем микропространств в эмали, что приводит к увеличению ее плотности. Данные о созревании эмали имеют важное значение в профилактике кариеса, так как по ним можно определить оптимальные сроки проведения обработки реминерализующими препаратами. При недостатке фтора в питьевой воде именно в период созревания эмали необходимо дополнительное введение фтора как внутрь, так и местно, что может быть осуществлено полосканием фторсодержащими растворами, чисткой зубов фторсодержащими пастами и другими способами.

**Дентин** (dentinum). Дентин, составляющий основную массу зуба, менее обызвествлен, чем эмаль. В нем содержатся 70—72 % неорганических и 28—30 % органических веществ и вода. Основу неорганического вещества составляют фосфат кальция (гидроксиапатит), карбонат кальция и, в небольшом количестве, фторид кальция. В его состав входят также многие макро- и микроэлементы.

Органическое вещество дентина состоит из белков, липидов и полисахаридов. Аминокислотный состав белков типичен для коллагенов: большое количество глицина, пролина, оксипролина и отсутствие серосодержащих аминокислот.

Основное вещество дентина пронизано множеством *дентинных трубочек* (**рис. 3.21**), количество которых колеблется от 30 000 до 75 000 на 1 мм<sup>2</sup>



**Рис. 3.21.** Шлиф дентина. Микрофотография.  $\times 1\,200$ . Структура дентинных канальцев (Berkovitz, Holland, Moxham, 1978).

дентина. В дентинных трубочках (канальцах) циркулирует дентинная жидкость, которая доставляет органические и неорганические вещества, участвующие в обновлении дентина.

В дентине происходят выраженные обменные процессы, что обусловлено его составом и структурой. В первую очередь это относится к белку дентина. Известно, что молекула коллагена способна к обновлению аминокислотного состава. Наличие дентинных канальцев и циркулирующей в них дентинной жидкости создает необходимые условия для обмена органических и неорганических веществ. Клиническим подтверждением этому является изменение структуры и состава дентина при воздействии различных факторов на твердые ткани зуба: хронической механической травмы, химических веществ, возрастных изменений и др.

Гистологическими исследованиями установлено, что внутренние отделы околопульпарного дентина (преддентина) коронки зуба имеют нервные окончания — чувствительные, а возможно, и эфферентные. Большинство авторов считают, что нервные волокна не проникают в обызвествленный дентин на всю его толщину. Электронно-микроскопическими исследованиями также не установлено наличия нервных волокон в обызвествленном дентине, что значительно затрудняет трактовку бесспорного клинического факта — чувствительности дентина (передача боли при препарировании твердых тканей и воздействии на них химических и температурных раздражителей).

М. Bronstrom (1966) выдвинул теорию гидродинамического механизма возникновения боли при воздействии раздражителей. Автор исходил из того, что дентин представляет собой ткань, пронизанную многочисленными трубочками, заполненными дентинной жидкостью. Любое воздействие на дентин вызывает перемещение этой жидкости в рецепторный аппарат пульпы зуба. Экспериментальными исследованиями установлено, что при высушивании поверхности дентина, а также при перегревании тканей зуба в процессе препарирования происходит перемещение ядра одонтобласта

в отросток, что может свидетельствовать о выраженных физико-химических изменениях в нем.

**Цемент** (cementum). Прослойка ткани, покрывающая корень зуба, состоит на 68 % из неорганических и на 32 % из органических веществ. По химическому составу и структуре цемент напоминает грубоволокнистую кость. Основное вещество цемента, пропитанное солями кальция, пронизано коллагеновыми волокнами, которые соединяются с такими же волокнами костной ткани альвеолы. Различают бесклеточный цемент, располагающийся по всей поверхности корня, и клеточный, который покрывает верхушку корня, а в многокорневых — и область бифуркации. В отличие от кости, цемент не имеет кровеносных сосудов.

### 3.4. Микрофлора полости рта

Видовой состав микрофлоры полости рта в норме довольно постоянен, однако количество микроорганизмов значительно изменяется в зависимости от слюноотделения, консистенции и характера пищи, а также от гигиенического содержания полости рта, состояния тканей и органов полости рта и наличия соматических заболеваний.

Расстройства слюноотделения, жевания и глотания всегда приводят к нарастанию количества микроорганизмов в полости рта. Тот же эффект наблюдается при различных аномалиях и дефектах, затрудняющих вымывание микроорганизмов током слюны (кариозные поражения, пародонтальные карманы, плохо пригнанные зубные несъемные протезы и др.).

Микрофлора полости рта крайне разнообразна и включает бактерии, актиномицеты, грибы, простейшие, спирохеты, риккетсии, вирусы. При этом надо отметить, что значительную часть микроорганизмов полости рта взрослых людей составляют анаэробные виды.

Самую большую группу постоянно обитающих в полости рта бактерий представляют кокки — 85—90 % от всех видов. Они обладают значительной биохимической активностью,

разлагают углеводы, расщепляют белки с образованием сероводорода.

Стрептококки являются основными обитателями полости рта: *S. mutans*, *S. mitis*, *S. sanguis*. Большинство из них — факультативные анаэробы, но встречаются и облигатные анаэробы (пептококки). Обладая значительной ферментативной активностью, стрептококки сбраживают углеводы по типу молочнокислого брожения с образованием значительного количества молочной и некоторых других органических кислот. Кислоты, продуцируемые стрептококками, подавляют рост некоторых гнилостных микроорганизмов, попадающих в полость рта из внешней среды.

В зубном налете и на деснах здоровых людей присутствуют также стафилококки — *St. epidermidi*, иногда *St. aureus*.

Палочковидные лактобактерии также постоянно вегетируют в определенном количестве в здоровой полости рта. Подобно стрептококкам они продуцируют молочную кислоту. В аэробных условиях лактобактерии размножаются значительно хуже, чем в анаэробных, так как выделяют пероксид водорода, но не каталазу. Образованная ими в процессе жизнедеятельности молочная кислота задерживает рост других микроорганизмов: стафилококков, кишечной, брюшнотифозной и дизентерийной палочек. Количество лактобактерий в полости рта при кариесе зубов значительно возрастает пропорционально величине кариозных поражений. Для оценки «активности» кариозного процесса предложен «лактобацил-лентест» (определение количества лактобактерий).

Лептотрихии относятся также к семейству молочнокислых бактерий и являются возбудителями гомоферментативного молочнокислого брожения. Они имеют вид длинных нитей разной толщины с заостренными или вздутыми концами, их нити сегментируются, дают густые сплетения. Лептотрихии являются строгими анаэробами.

Актиномицеты почти всегда присутствуют в полости рта здорового человека. Внешне они сходны с нитевидными грибами: состоят из тонких ветвящихся нитей — гифов, ко-

торые, переплетаясь, образуют видимый глазом мицелий. Некоторые виды актиномицетов, так же как и грибы, могут размножаться спорами, но основной путь — простое деление, фрагментация нитей.

В полости рта здоровых людей в 40—50 % случаев встречаются дрожжеподобные грибы рода *Candida* (*C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. crusei*). Они имеют вид овальных или удлинённой формы клеток размером 7—10 мкм, часто с отпочковывающейся новой клеткой. Патогенные свойства наиболее выражены у *C. albicans*. Дрожжеподобные грибы, интенсивно размножаясь, могут вызвать кандидоз или местное поражение полости рта (у детей его называют молочницей). Заболевания эти носят эндогенный характер и возникают как результат бесконтрольного самолечения антибиотиками широкого спектра действия. При этом рост нормальной бактериальной микрофлоры подавляется, а рост устойчивых к большинству антибиотиков дрожжеподобных грибов, наоборот, бурно усиливается.

Спирохеты заселяют ротовую полость с момента прорезывания временных зубов у ребенка и с того времени становятся постоянными ее обитателями. Спирохеты очень подвижны, совершают сгибательные, вращательные, прямолинейные и сократительные движения. Их легче всего обнаружить при микроскопии нативного препарата в темном поле. Спирохеты являются строгими анаэробами. Они усиленно размножаются в полости рта при значительном размножении других анаэробных микроорганизмов и вызывают патологические процессы в ассоциации с некоторыми штаммами фузобактерий, вибрионов. Много спирохет обнаруживается при язвенно-некротических поражениях слизистой оболочки (язвенный стоматит, ангина Венсана), в патологических десневых карманах при тяжелых формах пародонтита, в кариозных очагах и некротизированной пульпе.

У 50 % здоровых людей в полости рта могут вегетировать простейшие, а именно *Entamoeba gingivalis*, *Trichomonas*. Они локализуются преимущественно в зубном налете, криптах

миндалин, в гнойном содержимом парадонтальных карманов, усиленно размножаясь при негигиеническом содержании полости рта. В очень большом количестве трихомонады обнаруживаются при гингивите и пародонтите.

Нормальная микрофлора полости рта достаточно устойчива к действию антибактериальных факторов ротовой жидкости. Вместе с тем она сама участвует в защите макроорганизма от микроорганизмов, поступающих извне. Антибактериальная активность слюны способствует сохранению динамического равновесия обитающих в полости рта микроорганизмов.

Таким образом, слюна не уничтожает микрофлору в полости рта, а обеспечивает ее количественное и качественное постоянство.

Важнейшим источником антибактериальной активности слюны служат мигрировавшие в полость рта лейкоциты. Попавшие на поверхность слизистой оболочки нейтрофильные лейкоциты сохраняют способность к фагоцитозу. Кроме того, в ротовой жидкости находятся антибактериальные вещества, продуцируемые Т- и В-лимфоцитами, которые мигрируют через лимфатическое глоточное кольцо.

Гуморальные и клеточные факторы антибактериальной защиты находятся в тесной взаимосвязи. Ряд компонентов слюны — фермент оксидаза, калликреин слюны и образующиеся при его участии кинины — обладает выраженной хемотаксической активностью, обеспечивая регуляцию миграции лейкоцитов в полости рта. Помимо хемотаксического действия кинины также способствуют миграции лейкоцитов путем повышения проницаемости сосудов тканей полости рта.

Неспецифическую антибактериальную защиту полости рта обеспечивают секретлируемые преимущественно слюнными железами и освобождаемые мигрировавшими лейкоцитами ферменты: лизоцим, РНКаза, ДНКаза, пероксидаза. Следует указать на чрезвычайно широкий спектр антибактериальной активности этих ферментов, подавляющих рост бактерий, вирусов, грибов и простейших.

Ротовая жидкость обладает коагулирующими свойствами, что обусловлено наличием в ней ряда факторов коагулянтной и фибринолитической систем. Эти свойства играют важную роль в обеспечении местного гомеостаза, очищении полости рта, развитии воспалительных, регенеративных и других процессов.

В ротовой жидкости обнаружены также тромбопластин, идентичный тканевому, антигепариновая субстанция, факторы, входящие в протромбиновый комплекс, фибриназа и др.

### 3.5. Защитные механизмы полости рта

В настоящее время установлено, что на поверхности слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей имеются структуры, которые препятствуют проникновению возбудителей в организм человека. Защитные механизмы полости рта делятся на две группы: неспецифическую резистентность к действию всех микроорганизмов (чужеродных агентов) и специфическую (иммунную), выработанную в ответ на внедрение определенных видов микроорганизмов.

#### 3.5.1. Неспецифические факторы защиты

Выделяют механический, химический и физиологический механизмы действия факторов неспецифической защиты макроорганизма.

**Механическая защита** осуществляет барьерную функцию неповрежденной слизистой оболочки путем смывания микроорганизмов слюной, очищения слизистой оболочки в процессе еды, адгезии на клетках слущенного эпителия.

Слюна, кроме того что смывает микроорганизмы, действует и бактерицидно, благодаря наличию в ней биологически активных веществ.

**Химические и физиологические механизмы защиты.** *Лизоцим* (фермент ацетилмурамидаза) — муколитический фермент. Он обнаружен во всех секреторных жидкостях, но в

наибольшем количестве в слезной жидкости, слюне, мокроте. Лизоцим лизирует оболочку некоторых микроорганизмов, в первую очередь грамположительных. Кроме того, он стимулирует фагоцитарную активность лейкоцитов, участвует в регенерации биологических тканей. Естественным ингибитором лизоцима является гепарин. Лизоцим чувствителен к действию кислот, оснований и ультрафиолетовых лучей.

Защитная роль *ферментов слюны* может проявляться в нарушении способности микроорганизмов фиксироваться (прилипать) на поверхности слизистой оболочки рта или поверхности зуба. Ферменты слюны, воздействуя на декстраны, находящиеся на поверхности клеток кариесогенного штамма *S. mutans*, и разрушая его, лишают микроорганизмы способности к фиксации и, тем самым, предупреждают возникновение кариеса зуба. В смешанной слюне человека определяется более 60 ферментов, действие которых многообразно. Наибольшей активностью обладают ферменты, расщепляющие белки, нуклеиновые кислоты и углеводы (протеазы и гликолитические).

*Бета-лизины* — бактерицидные факторы, проявляющие наибольшую активность в отношении анаэробных и спорообразующих аэробных микроорганизмов.

*Комплемент* — полимолекулярная система сывороточных белков. Биологическая функция комплемента заключается в усилении фагоцитоза. Комплемент участвует в опсонизации бактерий, вирусов, а также в развитии воспаления.

*Фагоцитоз* — филогенетически наиболее древняя форма неспецифической защитной реакции организма, открытая И. И. Мечниковым. В смешанной слюне человека всегда обнаруживаются лейкоциты, лимфоциты, попадающие в полость рта через эпителий десневых карманов. Ведущую роль в фагоцитозе играют нейтрофильные гранулоциты и макрофаги. Они захватывают микроорганизмы и другие клетки и частицы и переваривают их в лизосомах с помощью ферментов — протеазы, пептидазы, нуклеазы, фосфатазы, липазы, карбоксилазы и др. Кроме этого, нейтрофильные

фагоциты выделяют протеолитические ферменты типа коллагеназы, эластазы, катепсинов D и E, участвуют в резорбции рубцовых изменений слизистой оболочки, фиксации иммунных комплексов на базальных мембранах капилляров.

### 3.5.3. Специфические факторы защиты

Последнее десятилетие характеризуется бурным развитием новой области клинической иммунологии — иммунологии полости рта. Этот раздел развивается на основе учения о местном иммунитете слизистых оболочек рта.

Впервые теория местного иммунитета была сформулирована и теоретически обоснована А. М. Безредкой в 1925 г. В своих работах А. М. Безредка подчеркивал независимость местного иммунитета от системного и значение местных иммунных механизмов в резистентности организма к инфекции, попадающей на слизистую оболочку. Однако длительное время продолжали считать, что антитела слизистой оболочки появляются вследствие трансудации сывороточных антител. И только в 70-е годы появились работы, в которых было показано, что так называемый иммунитет слизистых оболочек не является простым отражением общего иммунитета, а обусловлен функцией самостоятельной системы, оказывающей важное воздействие на формирование общего иммунитета и течение заболевания в полости рта.

Специфическим иммунитетом называется способность макроорганизма избирательно реагировать на попавшие в него антигены. Главным фактором специфической антимикробной защиты являются иммунные гамма-глобулины (иммуноглобулины).

Имуноглобулины — защитные белки сыворотки крови или секретов, обладающие функцией антител и относящиеся к глобулиновой фракции. Различают 6 классов иммуноглобулинов: A, G, M, E, D, U. Из указанных классов в полости рта наиболее широко представлены IgA, IgG, IgM. Следует отметить, что соотношение иммуноглобулинов в полости рта

иное, чем в сыворотке крови и экссудатах. Если в сыворотке крови человека в основном представлены IgG, а IgM содержатся в небольшом количестве, то в слюне уровень IgA может быть в 100 раз выше, чем концентрация IgG. Эти данные позволяют предположить, что основная роль в специфической защите в слюне принадлежит иммуноглобулинам класса А.

IgA представлены в организме двумя разновидностями: сывороточным и секреторным. Сывороточный IgA по своему строению мало чем отличается от IgG и состоит из двух пар полипептидных цепей, соединенных дисульфидными связями.

Секреторный IgA устойчив к действию различных протеолитических ферментов. Существует предположение о том, что чувствительные к действию ферментов пептидные связи в молекулах секреторного IgA закрыты вследствие присоединения секреторного компонента. Эта устойчивость к протеолизу имеет важное биологическое значение.

В происхождении секреторных иммуноглобулинов значительная роль отводится местному синтезу. Подтверждением правильности такого заключения служат различия в структуре и свойствах сывороточного и секреторного IgA, отсутствие корреляции между уровнем сывороточных иммуноглобулинов и содержанием их в секретах. Кроме того, описаны отдельные случаи, когда при нарушении продукции сывороточного IgA (например, резкое увеличение его уровня при А-миеломе, диссеминированной красной волчанке) уровень IgA в секретах оставался нормальным.

Иммуноглобулин класса А синтезируется в плазматических клетках собственной пластинки слизистой оболочки и в слюнных железах. Из других иммуноглобулинов, синтезируемых местно, IgM преобладает над IgG (в сыворотке соотношение обратное). Имеется механизм избирательного транспорта IgM через эпителиальный барьер, поэтому при дефиците секреторного IgA уровень IgM в слюне возрастает. Уровень IgG в слюне низок и не изменяется в зависимости от степени дефицита IgA или IgM.

В выяснении вопроса о механизме синтеза секреторных IgA важное значение имели исследования с помощью люминесцирующих антисывороток. Они позволили установить, что IgA и секреторный компонент синтезируются в разных клетках: IgA — в плазматических клетках собственной пластинки слизистой оболочки рта и других полостей организма, а секреторный компонент — в эпителиальных клетках. Для попадания в секреты IgA должен преодолевать плотный эпителиальный слой, выстилающий слизистые оболочки. Опыты с люминесцирующими антиглобулиновыми сыворотками позволили проследить процесс секреции иммуноглобулина. Оказалось, что молекула IgA может проходить этот путь как по межклеточным пространствам, так и через цитоплазму эпителиальных клеток. Секреторный IgA обладает выраженной бактерицидностью, противовирусными и антитоксическими свойствами, активизирует комплемент, стимулирует фагоцитоз, играет решающую роль в реализации резистентности к инфекции.

И. И. Олейник предполагает, что один из важных механизмов антибактериальной защиты полости рта состоит в предотвращении с помощью IgA прилипания бактерий к поверхности клеток слизистых оболочек и эмали зубов. Обоснованием указанного предположения служит то, что в эксперименте добавление антисыворотки к *S. mutans* в среде с сахарозой препятствовало их фиксации на гладкой поверхности. Методом иммунофлуоресценции на поверхности бактерий при этом были выявлены IgA. Из этого следует, что ингибирование фиксации бактерий на гладкой поверхности зуба и слизистой оболочке рта может быть важной функцией секреторных IgA-антител, предупреждающих возникновение патологического процесса (кариеса зубов). Таким образом, секреторные IgA защищают внутреннюю среду организма от различных агентов, попадающих на слизистые оболочки.

Другой путь появления иммуноглобулинов в секретах — поступление их из сыворотки крови: IgA поступает в слюну

из сыворотки в результате транссудации через воспаленную или поврежденную слизистую оболочку. Плоский эпителий, выстилающий слизистую оболочку рта, действует как пассивное молекулярное сито, особо благоприятствующее проникновению IgG. В норме этот путь поступления ограничен. Установлено, что сывороточные IgM в наименьшей степени способны проникать в слюну.

Факторами, усиливающими поступление сывороточных иммуноглобулинов в секреты, являются воспалительные процессы слизистой оболочки рта, ее травма, местные аллергические реакции, возникающие при взаимодействии IgE-антител (реагины) с соответствующими антигенами. В подобных ситуациях поступление большого количества сывороточных антител к месту действия антигена является биологически целесообразным механизмом усиления местного иммунитета.

## Литература

Боровский Е. В., Леонтьев В. К. Биология полости рта. — М.: Медицина, 1991.

Олейник И. И. Микробиология и иммунология полости рта /Боровский Е. В., Леонтьев В. К. Биология полости рта. — М.: Медицина, 1991.

Пахомов Г. Н. Первичная профилактика в стоматологии. — М.: Медицина, 1981.

Фалин Л. И. Гистология и эмбриология полости рта. — М.: Медицина, 1963.

Berkovitz B. K., Holland G. R., Moxham B. J. A color atlas & textbook of oral anatomy. — Wolfe Medical Publication Ltd. — 1978.

Jenkins G. N. The physiology and biochemistry of the mouth. Forth edition. — 1978.