

УЧЕБНИК ДЛЯ ФАКУЛЬТЕТОВ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ, МЕДИЦИНСКИХ УЧИЛИЩ  
И КОЛЛЕДЖЕЙ

# АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И БИОМЕХАНИКА ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ

Под редакцией С.Д. Арутюнова, Л.Л. Колесникова,  
В.П. Дегтярёва, И.Ю. Лебеденко

3-е издание, переработанное и дополненное

Министерство науки и высшего образования РФ

Рекомендовано ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» в качестве учебника для использования в учебном процессе образовательных организаций, реализующих программы среднего профессионального образования по специальности 31.02.05 «Стоматология ортопедическая» по ОП.01 «Анатомия и физиология человека с курсом биомеханики зубочелюстной системы»



**Москва**  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
**«ГЭОТАР-Медиа»**  
2021

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Участники издания .....	4
Список сокращений .....	6
<b>Глава 1. Анатомия зубочелюстной системы .....</b>	<b>7</b>
1.1. Общие сведения об анатомии и биомеханике зубочелюстной системы .....	7
1.2. Анатомия .....	15
<b>Глава 2. Физиология зубочелюстной системы .....</b>	<b>144</b>
2.1. Введение в предмет .....	144
2.2. Сенсорная функция .....	149
2.3. Защитная функция .....	170
2.4. Пищеварительная функция .....	173
2.5. Коммуникативная функция .....	208
<b>Глава 3. Биомеханика зубочелюстной системы .....</b>	<b>217</b>
3.1. Введение .....	217
3.2. Биомеханика нижней челюсти .....	219
3.3. Биомеханика височно-нижнечелюстного сустава .....	223
3.4. Биомеханика зубов и зубных рядов .....	251
Тесты для контроля знаний по курсу «Анатомия зубочелюстной системы» .....	284
Тесты для контроля знаний по курсу «Физиология зубочелюстной системы» .....	301
Тесты для контроля знаний по курсу «Биомеханика зубочелюстной системы» .....	317
Литература .....	333

# Глава 2

## Физиология зубочелюстной системы

### 2.1. ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ

**Физиология** — наука, изучающая процессы жизнедеятельности организма.

**Физиология зубочелюстной системы** — раздел частной физиологии человека, который изучает механизмы и закономерности формирования функций, осуществляемых с участием органов и тканей данной системы, а также их зависимость от факторов внешней среды и состояния организма.

При этом изучение функций зубочелюстной системы предусматривает использование аналитического и системного методологических подходов.

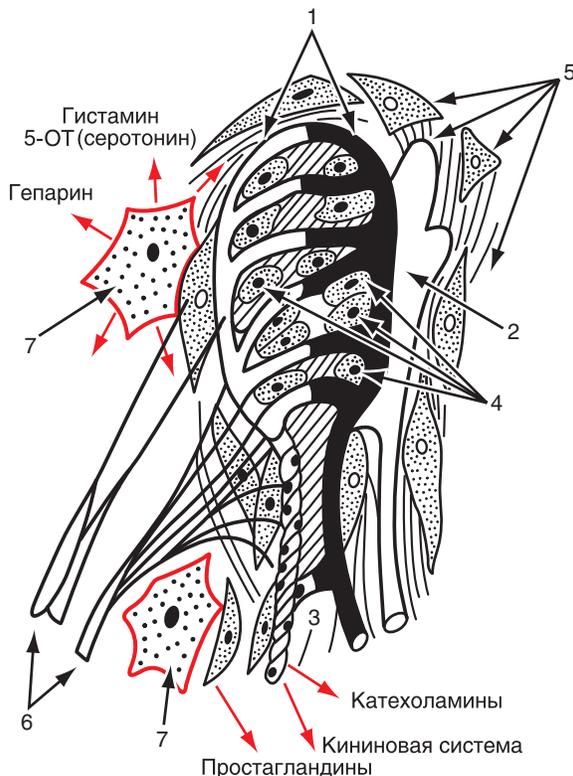
Аналитический, или структурно-органный, подход дает возможность анализировать составляющие конкретного процесса, протекающего в каком-либо живом объекте (органе, ткани или клетке) как самостоятельного, т.е. вне связи его с другими процессами в изучаемом объекте. Такое направление дает всестороннее представление о механизмах данного процесса. В основе аналитического подхода лежат представления о структурно-функциональной организации живого организма: клетки, ткани, органа, физиологической системы.

Системный методологический подход дает возможность понять механизмы объединения частей в единое целое, пути объединения и способы получения того или иного приспособительного результата деятельности целостного организма.

Одним из плодотворных направлений изучения функций с позиций аналитической методологии является концепция академика А.М. Чернуха о функциональном элементе.

Под функциональным элементом понимают пространственно ориентированный структурно-функциональный комплекс, состоящий из клеточных и волокнистых образований органа, объединенных общей системой кровообращения и иннервации (рис. 2.1).

В составе функционального элемента различают несколько основных частей.



**Рис. 2.1.** Функциональный элемент органа (схема по А.М. Чернуху):

1 — микроциркуляторная система; 2 — лимфатические сосуды; 3 — артериоло-венулярные анастомозы; 4 — специфические клетки; 5 — соединительная ткань; 6 — сосудодвигательные нервы; 7 — тучные клетки

Рабочая часть состоит из специфических клеток, выполняющих основную функцию органа. Например, в печени — это клетки гепатоциты, в мозге — нервные клетки, в железах — секреторные клетки, в зубном органе — зуб, в зубе — эмаль, и т.д.

*Соединительная ткань* вместе с клетками рабочей части определяет рабочую архитектуру, специфическую для каждого органа.

**Сосудистый компонент** функционального элемента представлен микроциркуляторной единицей сосудистой системы. Благодаря микроциркуляторному компоненту осуществляется питание структур функционального элемента, их интеграция для обеспечения совмест-

ного и взаимосвязанного функционирования. Микроциркуляция любого функционального элемента имеет единую организацию.

**Нервные образования** иннервируют специфические клетки данной микрообласти и элементы сосудодвигательного аппарата, обеспечивают управление не только отдельными элементами сосудодвигательного русла, но и образованиями всего функционального элемента с его специфическими и соединительнотканными клетками.

Функциональный элемент, представляющий собой «элементарное» образование любого сложного органа как сообщество гетерогенных структур, является морфологическим субстратом, обеспечивающим полифункциональность органов, т.е. выполнение каждым органом не только одной — специфической, но и ряда других — неспецифических функций.

*Полифункциональность* органов зубочелюстной системы дает возможность включения их в различные виды системной деятельности организма, например зубы, язык участвуют в пищеварительной, сенсорной, речевой и защитной функциях.

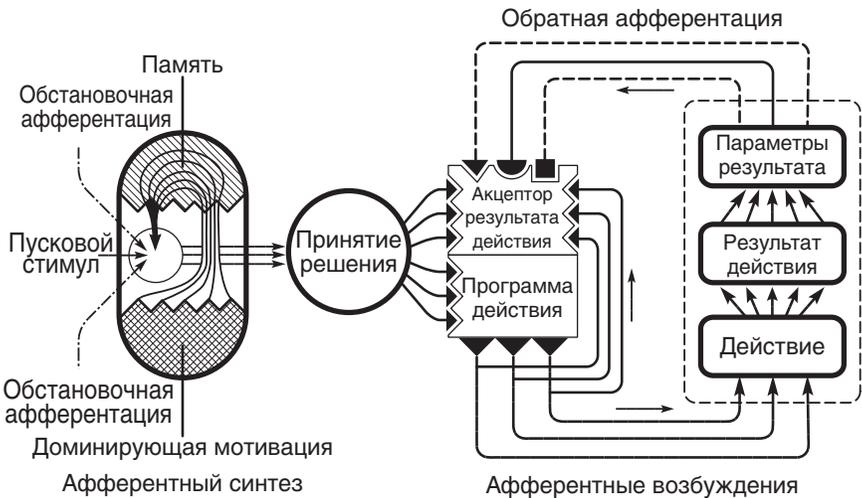
В физиологии и медицине методология системного подхода опирается на теорию функциональных систем, разработанную акад. П.К. Анохиным.

Общая схема функциональной системы представлена на рис. 2.2. В ее основе лежит принцип саморегуляции, когда отклонение регулируемого параметра является стимулом его восстановления.

Под функциональной системой понимают динамически складывающееся объединение процессов и механизмов их регуляции в организме, которое функционирует как целое и направлено на достижение приспособительных результатов деятельности. Именно результат является тем материальным фактором, который объединяет функции различных элементов организма, а также координирует и направляет деятельность этих элементов. Результат обладает самостоятельными параметрами, способными оказывать регулирующее влияние на функции других образований, входящих в систему.

Ряд функциональных систем формируется организмом для сохранения гомеостатических результатов, т.е. поддержания на необходимом уровне жизненно важных констант организма. Их обозначают как функциональные системы с континуальными (постоянными) результатами (гомеостатические функциональные системы). Примером является система, поддерживающая содержание питательных веществ в крови на оптимальном для метаболизма уровне (рис. 2.11).





**Рис. 2.3.** Принципиальная схема функциональной системы целенаправленного поведенческого акта (по П.К. Анохину)

граммы происходит мобилизация периферических и центральных образований (аппаратов реакции), деятельность которых приводит к достижению оптимального для организма результата деятельности.

Акцептор результата действия представляет собой центральную «нервную» субъективную модель будущего результата. Именно в нем происходит процесс сличения параметров полученного результата с запрограммированным. Если при сличении параметры достигнутого результата будут соответствовать запрограммированным, то данная функциональная система прекратит свое существование.

Если же при сличении параметры полученного результата не совпадут с запрограммированными, то произойдет процесс рассогласования, который явится отправным моментом формирования новой функциональной системы для получения необходимого результата. Это будет происходить до тех пор, пока полученный результат не совпадет с запрограммированным.

В формировании многих функциональных систем органы зубочелюстной системы являются необходимыми компонентами, с участием которых обеспечиваются стабильность внутренней среды организма и адекватность поведения в среде обитания (пищеварение, речеобразование, восприятие).

## 2.2. СЕНСОРНАЯ ФУНКЦИЯ

*Сенсорные системы* — это специализированные подсистемы организма, обеспечивающие восприятие и ввод информации о состоянии внешней и внутренней среды за счет формирования субъективных ощущений на основе объективных раздражений рецепторов. Сенсорные системы включают в себя периферические сенсорные рецепторы вместе со вспомогательными структурами (органы чувств), отходящие от них нервные волокна (проводящие пути) и сенсорные нервные центры (нижние и высшие). Нижние нервные центры обрабатывают и преобразуют входящее сенсорное возбуждение в выходящее, а высшие нервные центры наряду с этой функцией образуют экранные структуры, формирующие нервную модель раздражения — сенсорный образ.

Можно сказать, что сенсорные системы — это «информационные входы» организма для восприятия им характеристик окружающей среды, а также характеристик внутренней среды самого организма.

Виды сенсорных систем

1. *Слуховая*. Адекватный раздражитель — звук.
2. *Зрительная*. Адекватный раздражитель — свет.
3. *Вестибулярная*. Адекватный раздражитель — гравитация, ускорение.
4. *Вкусовая*. Адекватный раздражитель — вкус (горький, кислый, сладкий, соленый).
5. *Обонятельная*. Адекватный раздражитель — запах.
6. *Кинестетическая* = осязательная (тактильная) + температурная (тепловая и холодовая). Адекватный раздражитель — давление, вибрация, тепло (повышенная температура), холод (пониженная температура).
7. *Двигательная*. Наряду с кинестетической и мышечной обеспечивает формирование «схемы тела» — ощущение взаиморасположение частей тела в пространстве, ощущение различных областей своего тела. Двигательная сенсорная система позволяет нам дотронуться, например, рукой до своего носа или других частей тела даже с закрытыми глазами.
8. *Мышечная (проприоцептивная)*. Обеспечивает ощущение степени напряжения мышц, их движений. Адекватный раздражитель — мышечное сокращение и растяжение сухожилий.
9. *Болевая*. Адекватный раздражитель — повреждение клеток, тканей, медиаторы боли, недостаток кислородного снабжения тканей. Включает в свой состав части:
  - а) *ноцицептивную* (болевою).
  - б) *антиноцицептивную* (обезболивающую).

10. *Интероцептивная*. Обеспечивает ощущения внутренних органов. Слабо контролируется сознанием и, как правило, дает нечеткие ощущения. Однако в ряде случаев человек может сказать, что ощущает в каком-либо внутреннем органе не просто дискомфорт, а состояние «давления», «тяжести», «распирания» и т.п. *Интероцептивная* сенсорная система участвует в процессах поддержания гомеостаза, но при этом она не обязательно порождает какие-либо ощущения, воспринимаемые сознанием, т.е. не создает перцептивных сенсорных образов.

Таким образом, сенсорную функцию осуществляют сенсорные системы, представляющие собой совокупность периферических (рецепторных) и центральных структур разного уровня (подкорка, кора), управление которыми осуществляется с помощью прямых и обратных связей. Благодаря этому сенсорные системы не только рецептируют, воспринимают информацию об окружающей среде, но и акцептируют ее, т.е. выбирают необходимую в данный момент информацию для осуществления приспособительной деятельности и достижения ее результата. Это предполагает наличие в сенсорных системах, в отличие от анализаторов, отдела обратной афферентации, которая осуществляет настройку на поиск и выбор нужной информации.

Информация, поступающая от рецепторов зубочелюстной системы в сенсорные зоны коры, обеспечивает формирование соответствующих ощущений и представлений, т.е. играет определенную роль в познании окружающего мира.

По *характеру информации*, которая поступает в центральную нервную систему от органов зубочелюстной системы, различают *пять видов чувствительности: вкусовую, кинестетическую (холодовую, тепловую, тактильную), болевую, мышечную (проприоцептивную) и интероцептивную*.

По *специфике функционирования* многочисленные рецепторы полости рта делят на *три группы*: соматосенсорные — тактильные, тепловые, холодовые и болевые; хеморецепторы, или вкусовые, интерорецепторы и проприорецепторы. Каждая из этих групп рецепторов является началом соответствующих сенсорных систем.

В реальных условиях жизнедеятельности рецепторы органов зубочелюстной системы раздражаются одновременно как структуры, определяющие разные качества единого «комплексного» раздражителя. Так, при поступлении в полость рта пищи, которая является мультипараметрическим раздражителем, возбуждаются не только многообразные рецепторы слизистой оболочки полости рта, но и рецепторы пародонта, проприорецепторы жевательных мышц и височно-нижнечелюстного сустава.

Одновременно с информацией от рецепторов рта в ассоциативные зоны коры головного мозга приходит информация и от других сенсорных систем (слуховой, зрительной и др.), которая будет дополнять и формировать максимально корректное ощущение. Что касается рецепторов рта, то возбуждение от них при поступлении пищи возникает в мозге не одновременно. Первыми возбуждаются тактильные рецепторы, затем терморепторы и в последнюю очередь вкусовые.

Возбуждения, различные по времени возникновения и по скорости распространения, интегрируются в центральной нервной системе и создают ощущения единого, вполне определенного пищевого раздражителя.

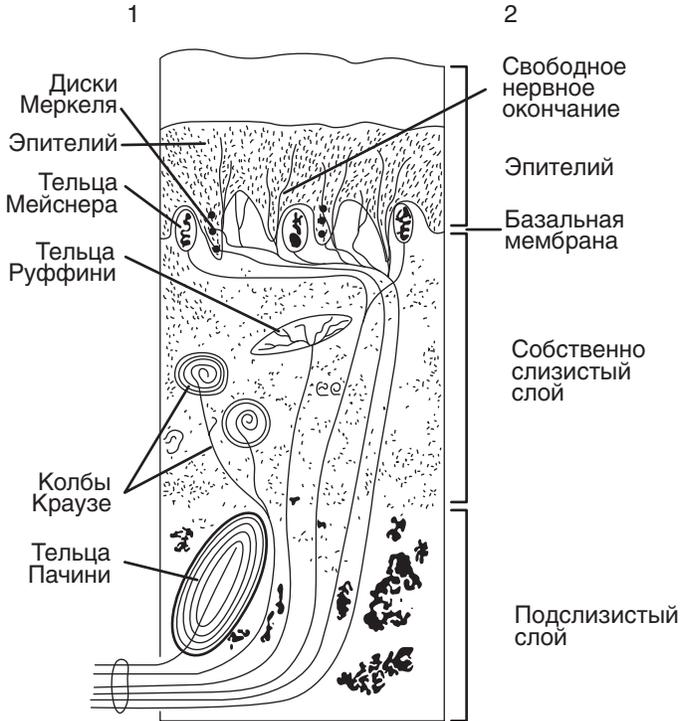
Рецепторные отделы сенсорных систем зубочелюстной системы представляют собой мощную рефлексогенную зону, откуда начинаются рефлекторные реакции различных систем организма. Наиболее полно изучены изменения пищеварительной функции, возникающие при раздражении рецепторов полости рта. Известны слюноотделительные рефлексы, рефлекторное отделение желудочного сока и секрета поджелудочной железы. Двигательная активность отделов пищеварительного тракта, например акты жевания и глотания, движения желудка, также начинаются рефлекторно при раздражении рецепторов зубочелюстной системы. Описаны влияния рецепторов зубочелюстной системы на сердечно-сосудистую систему: при ополаскивании полости рта растворами сладких веществ рефлекторно расширяются, а кислых и горьких — суживаются сосуды конечностей. Под влиянием импульсов от рецепторов полости рта изменяются обмен веществ, тонус мышц, функции кровеносных и других органов.

Рецепторы слизистой оболочки полости рта представлены либо свободными нервными окончаниями в виде пластинок, пуговок, спиралей (первично-чувствующие рецепторы), либо специальными образованиями, например вкусовыми клетками (вторично-чувствующие рецепторы).

### **Тактильная рецепция**

Тактильная рецепция слизистой оболочки полости рта обеспечивает возникновение ощущения прикосновения, давления и вибрации.

На прикосновение реагируют тельца Мейснера, расположенные в поверхностных слоях собственно слизистой оболочки. При усилении механического раздражения реагируют диски Меркеля, расположенные в более глубоких слоях эпителиального слоя слизистой.



**Рис. 2.4.** Рецепторы слизистой оболочки полости рта:  
1 — виды рецепторов; 2 — строение слизистой

Чувство давления, а также реакция на вибрацию (прерывистое давление) возникают при раздражении телец Пачини, располагающихся в глубоких слоях слизистой (рис. 2.4).

Тактильные рецепторы находятся в строгой функциональной взаимосвязи с механорецепторами пародонта и с проприорецепторами жевательных мышц. Их взаимодействие определяет участие мышц в акте жевания. Свойства тактильных рецепторов играют большую роль в процессах адаптации к съемным зубным протезам. По функциональным особенностям они подразделяются на фазные и статические.

*Фазные тактильные рецепторы* возбуждаются при динамическом раздражении; они обладают высокой чувствительностью, коротким латентным периодом, быстро адаптируются. Эти рецепторы возбуждаются при недостаточно прочной фиксации съемного зубного протеза.

*Статические тактильные рецепторы* возбуждаются в основном при продолжительном статическом раздражении, например при наложении съемных протезов. Они менее чувствительны, чем фазные, обладают более длительным латентным периодом, медленно адаптируются.

На спинке языка функцию осязания обеспечивают нитевидные сосочки. Они имеют вид конусообразных возвышений, плотно прилегают друг к другу, поэтому поверхность языка имеет бархатистый вид. Эпителий, покрывающий нитевидные сосочки, ороговеет. Слушивание поверхностного слоя эпителия нитевидных сосочков является выражением физиологического процесса регенерации. Язык с его сосочковой поверхностью обеспечивает места колонизации микроорганизмов, защищенные от механического удаления. При нарушениях функции органов пищеварения, общих воспалительных и инфекционных заболеваниях отторжение поверхностного слоя эпителия нитевидных сосочков замедляется и язык приобретает вид обложенного. В налете, покрывающем язык, выделены анаэробы, которые тесно связаны с болезнями пародонта. Включение гигиенической чистки языка в комплекс мероприятий по уходу за полостью рта способствует снижению вязкости слюны, уменьшению количества зубного налета на зубах, что в свою очередь способствует значительному снижению воспалительных явлений в пародонте.

Тактильные рецепторы в различных отделах зубочелюстной системы распределены неравномерно. Наиболее плотно они расположены на кончике языка, слизистой оболочке и красной кайме губ. Вероятно, это обусловлено тем, что данные образования являются первой инстанцией анализа механических свойств веществ, поступающих в полость рта. Верхняя губа (слизистая оболочка и красная кайма) более чувствительна к механическим раздражениям, чем нижняя. Сравнительно высок уровень тактильной чувствительности слизистой оболочки твердого нёба. Это имеет особое значение при апробации пищи на съедобность (фаза ориентировочного жевания), а также при формировании пищевого комка и в начале глотания, поскольку информация от расположенных здесь рецепторов входит в состав пусковой афферентации при глотании.

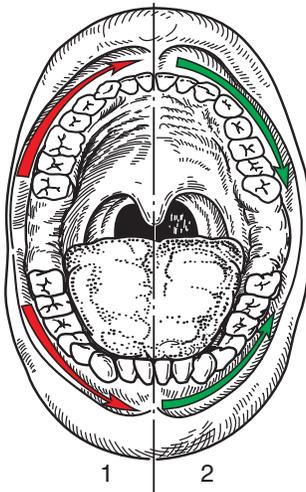
Наименьшей тактильной чувствительностью обладает слизистая оболочка вестибулярной поверхности десен. В области десневых сосочков установлен убывающий градиент чувствительности влево и вправо вглубь от центра альвеолярной дуги, причем с правой стороны чувствительность выше, чем с левой. Наличие асимметрии объяс-

няется особенностями иннервации: наибольшее количество нервных рецепторных образований находится на правой стороне лица.

### Температурная рецепция

Тепловые рецепторы слизистой оболочки полости рта представлены тельцами (гроздьями) Руффини, холодовые — колбами Краузе. Рецепторы холода расположены в эпителии или непосредственно под ним, рецепторы тепла — преимущественно в нижнем и верхнем слоях собственно слизистой оболочки. Установлено, что колбы Краузе иннервируются миелинизированными волокнами группы А-дельта, а тельца Руффини — немиелинизированными волокнами группы С. Эти особенности обуславливают более высокую чувствительность слизистой оболочки к холоду, нежели к теплу.

Для тепловой чувствительности характерно наличие возрастающего градиента от передних отделов полости рта к задним отделам, а для холодной чувствительности — убывающего градиента чувствительности в этом же направлении (рис. 2.5).



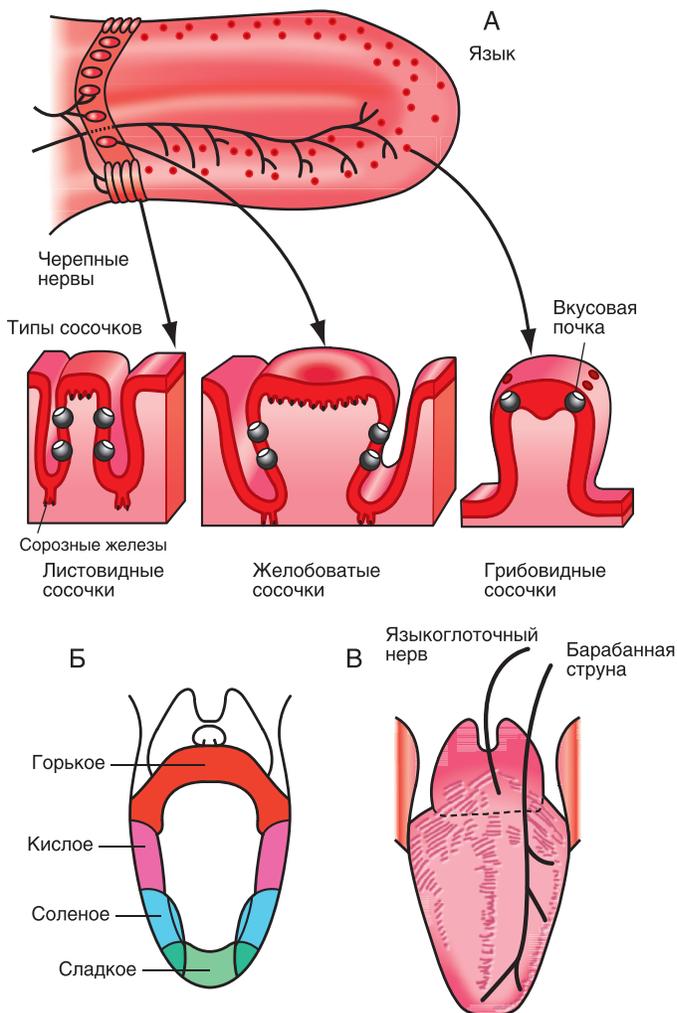
**Рис. 2.5.** Распределение температурной чувствительности слизистой оболочки преддверия полости рта. Стрелками обозначены: 1 — градиент тепловой чувствительности; 2 — градиент холодной чувствительности

Слизистая оболочка щек мало-чувствительна к холоду и еще меньше — к теплу. Восприятие тепла полностью отсутствует в центре твердого нёба, а центральная часть задней поверхности языка не воспринимает ни холодовые, ни тепловые воздействия. Высокой чувствительностью к температурным раздражениям обладают кончик языка и красная кайма губ. При приеме пищи в первую очередь раздражаются именно эти области. Информация о температуре веществ от этих областей в случае необходимости может включать соответствующие защитные реакции.

Центральный (корковый) отдел тактильной и температурной сенсорных систем локализуется в задней центральной извилине.

### Вкусовая рецепция

Вкусовые рецепторные клетки собраны во вкусовые почки (у человека их около 2000), которые находятся преимущественно в сосочках языка: грибовидных, листовидных, желобовидных (рис. 2.6).



**Рис. 2.6.** Сосочки языка, вкусовые поля языка:

А — сосочки языка; Б — вкусовые поля языка; В — чувствительные нервы языка

Грибовидные сосочки в основном локализируются на кончике языка. Листовидные сосочки в виде 3–8 параллельных складок длиной 2–5 мм расположены в основании боковой поверхности языка. Желобовидные сосочки в количестве 9–15 (их число всегда непарное) локализованы в области корня языка в виде перевернутой римской цифры V. Валик слизистой оболочки, окружающий каждый желобовидный сосочек, отделяется от него глубокой бороздой, куда открываются протоки мелких белковых желез (железы Эбнера). Сами железы располагаются у основания сосочков в межклеточной соединительной ткани. Секрет этих желез увлажняет и растворяет вкусовые вещества, попавшие на поверхность сосочков, а также способствует удалению из сосочков остатков пищи. Таким образом, секрет желез как бы прополаскивает сосочек, увеличивая возможность последующего контакта с другими порциями пищевого раздражителя.

Отдельные вкусовые почки расположены на мягком нёбе, задней стенке глотки и надгортаннике.

Внутри каждой вкусовой почки входят нервные волокна, которые образуют рецепторно-афферентные синапсы. Вкусовые почки различных областей полости рта получают нервные волокна от различных нервов. Так, вкусовые почки передней трети языка — от барабанной струны, входящей в состав лицевого нерва; задней трети языка, а также мягкого и твердого нёба, миндалин — от языкоглоточного нерва, а вкусовые почки, расположенные в области глотки, надгортанника и гортани, — от верхнегортанного нерва, являющегося ветвью блуждающего нерва.

### **Орган вкуса и его функциональный элемент**

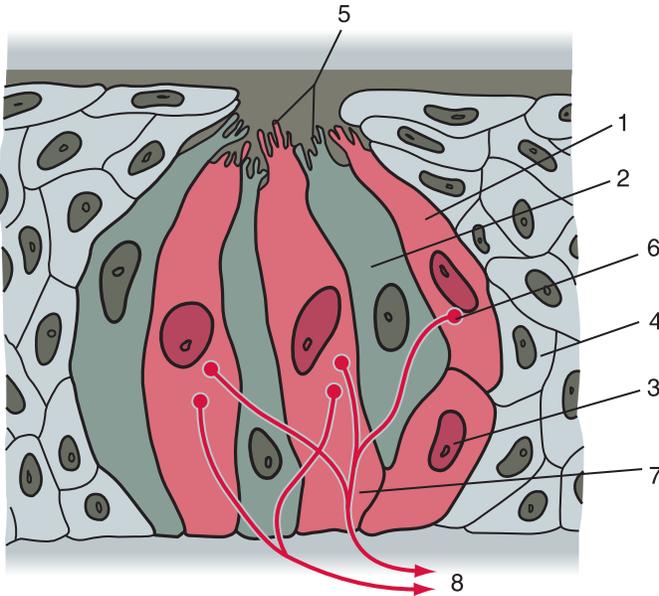
Язык как орган чувства является полимодальным сенсорным образованием. Слизистая оболочка языка представляет собой сложное рецептивное поле, обеспечивающее анализ не только химических (вкусовых), но и тактильных, температурных, болевых раздражений. В сенсорной функции языка важную роль играет то, что язык — мышечный орган. У человека он очень подвижен, легко меняет форму и положение в полости рта благодаря наличию хорошо развитых мышц. За счет двигательной активности язык первым контактирует с раздражителем и апробирует пищу на съедобность. Кроме того, язык перемещает пищу в полости рта во время жевания, продвигает пищевой комок в задние отделы полости рта, обеспечивает акт глотания. Большая подвижность языка дает возможность организму получать

более богатую информацию о качестве употребляемой пищи, необходимую для усиления вкусовых ощущений. Причастность двигательного компонента к вкусовой рецепции подтверждается наличием сократительных элементов во вкусовых сосочках и даже во вкусовых почках. Наличие моторного компонента делает процесс вкусового восприятия активным, т.е. направленным на поиск необходимого для организма пищевого раздражителя. Совпадение в процессе апробации попавшей в полость рта пищи, ее качественных параметров с «идеальным образом», т.е. с представлениями о полезных качествах пищи, приводит к ее сохранению в полости рта и дальнейшей обработке. Язык как мышечный орган участвует далее в акте жевания и формирования пищевого комка вплоть до акта глотания. Несовпадение же характеристик субстрата с «идеальным образом» служит сигналом к отверганию субстрата, в котором язык также активно участвует.

Язык как мышечный орган участвует далее в акте жевания и формирования пищевого комка вплоть до акта глотания. Эта функция существенно возрастает у людей с полным отсутствием зубов: язык начинает участвовать в растирании пищевого комка о слизистую оболочку нёба, частично выполняя функцию зубов. Непосредственно контактируют с поверхностью нёба передняя треть языка и его боковые отделы, отвечающие за восприятие сладкого и соленого вкуса. С течением времени восприятие этих вкусовых модальностей ослабляется. Восстановление жевательной функции с помощью замещающих дефекты зубов и зубных рядов протезов приводит и к восстановлению восприятия вкуса.

Язык является полифункциональным органом, поскольку выполняет не только сенсорную функцию, но участвует в пищеварительной, речеобразовательной и защитной функциях. По всей вероятности, язык имеет и различные типы функциональных элементов; один из них — сенсорный функциональный элемент органа вкуса. *Типичным функциональным элементом органа вкуса можно считать вкусовой сосочек языка.* Рабочая часть функционального элемента языка как органа вкуса представлена вкусовыми рецепторными клетками, которые входят в состав вкусовых почек. Вкусовая почка — гетероклеточное образование — расположена в эпителии, покрывающем вкусовой сосочек, перпендикулярно пласту эпителия. Ее апикальный отдел сообщается с полостью рта, а базальная часть лежит на базальной мембране (рис. 2.7).

Вкусовая почка выполняет специфическую функцию, участвуя в формировании вкусового ощущения как полимодального чувства.



**Рис. 2.7.** Строение вкусовой почки:

1 — рецепторная вкусовая клетка; 2 — опорная клетка; 3 — базальная клетка; 4 — эпителиальная клетка; 5 — микроворсинки; 6 — нервные окончания; 7 — нервное волокно; 8 — мукопротеиды

При этом для анализа различных качеств пищи во вкусовой почке имеются различные рецепторы. Восприятие вкусовых стимулов осуществляется специфическими вкусовыми клетками, восприятие механических свойств пищи — базальными механорецепторными клетками, температурные характеристики пищи анализируют терморецепторы, представленные свободными нервными окончаниями. Все виды рецепции действуют в едином «конвейере» анализа пищевого раздражителя.

### **Системный характер восприятия раздражителей рецепторами зубочелюстной системы**

Рецепторы зубочелюстной системы не являются пассивными регистрирующими образованиями, информирующими мозг о свойствах действующих на них раздражителей. Они активно настраиваются на восприятие этих раздражителей.

Этот процесс определяется особенностями функционального состояния организма при различных видах его целенаправленной деятельности как биологического, так и социального характера.

В лаборатории П.Г. Снякина был описан феномен гастролингвального рефлекса (ГЛР). Этот рефлекс проявляется в том, что количество функционирующих вкусовых сосочков языка, довольно высокое в состоянии натощак (80–85%), существенно снижается (до 50–55%) после приема пищи. Такая реакция иллюстрирует рефлекторную взаимосвязь рецепторов желудка и языка.

Количество функционирующих вкусовых рецепторных структур, т.е. уровень их мобилизации, меняется при воздействии на рецепторные образования других сенсорных систем, в данном случае интерорецепторов желудка. Реакция вкусовых рецепторов на раздражение рецепторов желудка поступившей пищей осуществляется по механизму сенсо-сенсорного рефлекса.

Подобная динамика активности вкусовых рецепторных структур в условиях деятельности целостного организма возможна только при наличии эфферентного контроля со стороны центральных образований. Именно этот эфферентный контроль и определяет настройку периферических чувствительных единиц вкусовой сенсорной системы на восприятие раздражений внешней среды.

В свою очередь внутреннее состояние организма с позиции теории функциональных систем П.К. Анохина определяется доминирующей мотивацией, которая в каждый данный момент является фильтром, обеспечивающим активный отбор информации, необходимой для ее удовлетворения. Это положение в совокупности с основными аспектами концепции П.Г. Снякина об эфферентной регуляции рецепторов дает представление о том, что восприятие в условиях целенаправленной деятельности целостного организма — это активный процесс, качественно отличный от процесса рецепции, направленный на поиск и отбор (акцепцию) нужных раздражителей (пищевых) для удовлетворения существующих потребностей.

Восприятие в условиях целенаправленной деятельности следует рассматривать как системный мотивационно детерминированный процесс, характеризующийся рядом особенностей:

- восприятие — активный процесс, поскольку доминирующая мотивация направляет организм на активный поиск необходимой на данный момент информации;

- восприятие имеет целенаправленный избирательный характер: рецепторные образования выбирают из окружающей среды информацию о наличии необходимого субстрата или объекта;
- восприятие имеет субъективный, т.е. индивидуальный, характер;
- восприятие имеет знаковый, или образный, характер, т.е. при этом фиксируются не отдельные признаки, а целостный образ воспринимаемого объекта.

### Болевая сенсорная система

Международная ассоциация по изучению боли (IASP) дала следующее определение понятию боль: **боль** — это неприятное сенсорное и эмоциональное переживание, связанное с истинным или потенциальным повреждением ткани или описываемое в терминах такого повреждения.

Принято считать, что существует два основных вида боли — физическая и психогенная.

**Физическую боль** делят на три категории: обусловленную внешними воздействиями; обусловленную внутренними процессами (острая боль); обусловленную повреждением периферической или центральной нервной системы (патологическая, хроническая боль). Каждая категория в свою очередь может разделяться по качеству сенсорного ощущения: интенсивности, проявлениям и др. Например, острая **физическая** боль создает два типа болевых ощущений.

Первый тип — *первичная боль (эпикритическая)*, которую рассматривают как физиологическую, имеет следующие характеристики: наступает немедленно вслед за повреждением (например, уколom, ударом, порезом), характеризуется коротким латентным периодом возникновения, градуальным характером ощущений, четкой локализацией, наличием активно оборонительной реакции и адекватного воздействию вегетативного и эндокринного обеспечения, связана с активацией А-дельта нервных волокон, проводящих возбуждение быстро — со скоростью 15–20 м/с. Вторичная (*протопатическая*), отражает наличие патологического процесса: не имеет четкой локализации, часто носит иррадиирующий характер, характеризуется непостоянной и непропорциональной объему повреждения интенсивностью ощущения, которое достигает максимума постепенно, а ее эндокринное и вегетативное обеспечение избыточно. При этом активно оборонительное поведение сменяется пассивным, направленным на щадящее отношение к поврежденному органу. Она связана с активацией С-нервных волокон,

проводящих возбуждение медленно — со скоростью 2 м/с. Последний тип ощущений характерен и для хронической боли.

По локализации источника различают *соматическую* и *висцеральную боль*. **Соматическая** боль бывает *поверхностной* и *глубокой*. **Поверхностная** боль возникает при повреждении кожи, поверхностных подкожных тканей, слизистых оболочек; она ощущается как локальная, острая, колющая, жгучая, пульсирующая, пронзающая. **Глубокая** боль возникает при раздражении болевых рецепторов мышц, сухожилий, связок, суставов, костей и имеет ноющий, давящий характер. При раздражении болевых рецепторов внутренних органов серозных оболочек, стенок сосудов возникают **висцеральные** боли, которые относятся к разновидностям глубокой боли. Среди висцеральных болей различают кардиогенные, ангиогенные, неврогенные, абдоминальные и другие виды боли.

Зубочелюстная система является источником стоматических болей разного характера, одним из видов которых является ни с чем не сравнимая зубная (дентальная) боль.

**Психогенная боль** связана, как правило, с эмоциональными или социальными факторами, нарушениями психических функций и возникает без видимой связи с каким-либо патологическим процессом или внешним воздействием.

В понятие «боль» вкладывают разный смысл. Следует различать боль как обычную сенсорную модальность, подобную слуху, вкусу, зрению, возникающую при достижении физиологических границ функции, за пределами которых лежит повреждение. Примером может служить появление болевых ощущений при попытке разгрызть слишком твердый орех. Такая боль выполняет сигнальную функцию, свидетельствуя о том, что дальнейшее увеличение давления может привести к разрушению тканей периодонта или зуба.

Боль может являться также следствием развития патологических процессов в органах зубочелюстной системы, например в пульпе зубов, периодонте, языке, слюнных железах и других, импульсация от которых может послужить основой для возникновения генераторов патологически усиленных возбуждений на разных уровнях центральной нервной системы, в том числе в тригеминальном комплексе ядер, и привести к появлению хронической боли. Хроническая, длительная боль может стать источником патологических процессов, затрагивающих психическую сферу человека, например маниакально-депрессивных состояний, возникающих в ряде случаев при невралгии тройничного нерва одонтогенного происхождения.

### Рецепция повреждения

Ощущение боли может возникнуть при воздействии повреждающего фактора на специальные болевые рецепторы — ноцицепторы, которые составляют 25–40% всех рецепторных образований, либо при сверхсильных раздражениях рецепторов иной модальности (тактильной, температурной и др.). Ноцицепторы делят на *механоноцицепторы*, *термоноцицепторы* и *хемоноцицепторы*. Существует также группа *полимодалных ноцицепторов*, реагирующих как на действие химических веществ, так и на интенсивные механические и термические стимулы.

Механоноцицепторы расположены так, что обеспечивают контроль целостности кожи и слизистых, суставных сумок, периодонта, поверхности мышц. Термоноцицепторы активируются действием высоких и низких температур, выходящих за пределы физиологического диапазона. Хемоноцицепторы расположены в более глубоких слоях тканей. Специфическими раздражителями для хемоноцицепторов являются аллогены — вещества, выделяющиеся при повреждении клеток или развитии воспалительных процессов в тканях. Аллогены вызывают возбуждение хемоноцицепторов, а также повышают их чувствительность к последующим раздражениям. Различают три типа аллогенов: тканевые (ацетилхолин, серотонин, гистамин, простагландины, ионы  $K^+$ ,  $Na^+$ ), плазменные (брадикинин, каллидин) и выделяющиеся из нервных окончаний (вещество П) и др.

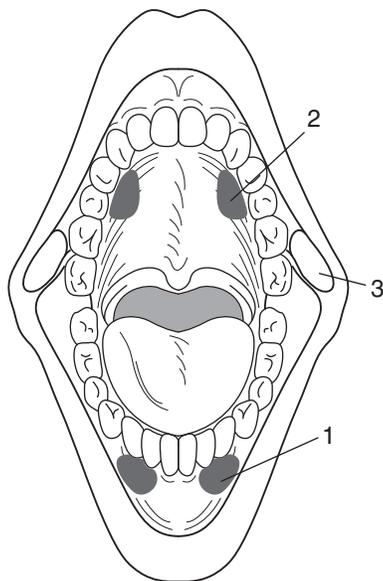
Ноцицепторы кожи лица и слизистых оболочек полости рта представлены свободными неинкапсулированными нервными окончаниями, имеющими разнообразную форму (волоски, спирали, пластинки).

Выраженной болевой чувствительностью обладает часть слизистой оболочки на вестибулярной поверхности нижней челюсти в области боковых резцов (рис. 2.8). Оральная поверхность слизистой оболочки десен обладает наименьшей болевой чувствительностью. Для десневых сосочков порог механического болевого раздражения колеблется в пределах 35–65 г/мм<sup>2</sup>. Наибольшая болевая чувствительность характерна для фронтальных десневых сосочков. У десневых сосочков боковых зубов она уменьшается. Пороги болевого раздражения на нижней челюсти меньше. С правой стороны чувствительность выше, чем с левой, что связывают с более богатой иннервацией правой стороны лица. На внутренней поверхности щеки имеется узкий участок, лишенный болевой чувствительности.

В периодонтальной ткани обнаружены как свободные нервные окончания, так и рецепторы в форме телец Мейснера. Свободные нервные окончания заканчиваются либо одиночными волокнами, либо их переплетениями в виде кустиков и корзиночек и сосредоточены преимущественно в альвеолярной части зуба и апикальной трети его корня. В переплетения нервных окончаний погружены перпендикулярно ориентированные соединительнотканые волокна периодонта. Такая анатомическая организация позволяет легко активировать рецепторы периодонта при давлении на зуб или прикосновении к нему. При избыточном давлении эта система служит источником болевых ощущений.

Самое большое количество болевых рецепторов находится в тканях зуба. Так, в 1 см<sup>2</sup> дентина расположено 15 000–30 000 болевых рецепторов, на границе эмали и дентина их количество доходит до 75 000 (для сравнения: в 1 см<sup>2</sup> кожи — не более 200 болевых рецепторов). Зубная боль, относящаяся к самым жестоким болям, возникает при поражении зуба патологическим процессом. Лечение зуба прерывает его и устраняет боль. Но само лечение подчас является чрезвычайно болезненной манипуляцией. Кроме того, при зубном протезировании нередко приходится препарировать здоровый зуб, что также вызывает болезненные ощущения.

Дентин, не защищенный эмалью, высокочувствителен к воздействию разномодальных раздражений: температурных, химических, механических. Раздражение его рецепторов вызывает ощущение боли. Высокую чувствительность дентина связывают с наличием свободных нервных окончаний в дентинных канальцах. Вместе с тем существует



**Рис. 2.8.** Топография болевой чувствительности:

1 — зона максимальной чувствительности нижней челюсти; 2 — зона максимальной чувствительности верхней челюсти; 3 — зона отсутствия болевой чувствительности

и «гидродинамическая» теория зубной боли. Согласно этой теории увеличение внешнего давления или температуры приводит к подъему давления жидкости или ее температуры в дентинных канальцах и к перемещению отростков одонтобластов, имеющих тесную связь с нервными окончаниями пульпы. Одной из функций рецепторов дентина является, вероятно, идентификация дентинных канальцев, открытых снаружи для проникновения вредоносных факторов (токсины, ферменты, микроорганизмы) в результате повреждения.

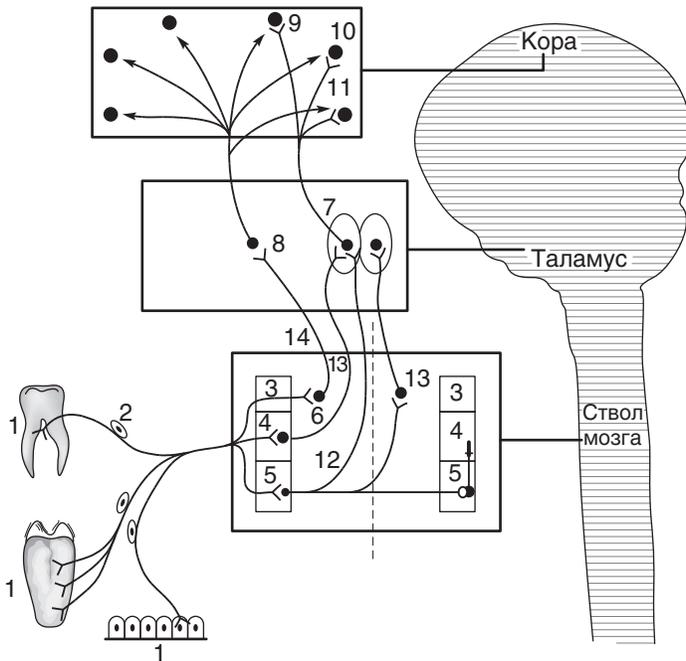
Раздражение рецепторов пульпы зуба, даже легкое прикосновение вызывает исключительно сильное болевое ощущение. В коронковой части пульпы зубов нервные волокна и свободные нервные окончания образуют выраженную пододонтобластическую сеть. Часть тонких нервных волокон проникает через дентинные канальцы в дентин вплоть до эмалево-дентинной границы.

### **Проводники и центральные механизмы дентальной боли**

Возбуждение от ноцицепторов кожи лица, слизистой оболочки полости рта, языка, рецепторов периодонта и пульпы зуба направляется по нервным волокнам, принадлежащим второй и третьей ветвям тройничного нерва, к чувствительным нейронам, заложенным в ганглии тройничного нерва. Их центральные отростки идут в продолговатый мозг, где заканчиваются ипсилатерально на нейронах ядра спинального тракта тройничного нерва. При этом большая часть ноцицептивных афферентов заканчивается в каудальном и интерполярном его отделах, а небольшая часть ноцицептивных волокон — на контралатеральных структурах ядра спинального тракта (рис. 2.9). Некоторая часть афферентных волокон приходит к гигантоклеточному, парагигантоклеточному, латеральному ядрам ретикулярной формации, а также к ядрам шва.

В переднее и главное сенсорные ядра тройничного нерва поступает в основном неноцицептивная информация от механорецепторов. Наличие большого количества коллатералей обеспечивает функциональную взаимосвязь между различными ядрами тройничного нерва (тригеминальный комплекс ядер), что играет существенную роль во взаимодействии возбуждений ноцицептивного и неноцицептивного характера.

Для дентальной боли, особенно интенсивной, характерна конвергенция на нейронах коры болевых сигналов от афферентов пульпы зубов и окружающих тканей, что обуславливает широкую иррадиа-



**Рис. 2.9.** Пути болевой чувствительности от органов зубочелюстной системы: 1 — ноцицепторы пульпы зубов, языка, слизистой оболочки и кожи; 2 — афферентные клетки узла тройничного нерва; 3 — оральная часть спинального ядра тройничного нерва; 4, 5 — соответственно интермедиарная и каудальная части спинального ядра тройничного нерва; 6 — ядра ретикулярной формации; 7 — вентральное постеромедиальное ядро (пVPM) таламуса; 8 — парафасцикулярное ядро, интраламинарная группа ядер, срединный центр таламуса; 9, 10 — 1-я и 2-я сенсорные зоны коры; 11 — орбитофронтальные области коры; 12 — вентральный центральный тригеминоталамический тракт; 13 — дорсальный тригеминоталамический тракт; 14 — тригеминоретикюлоталамический тракт

цию возбуждения, затрудняющую локализацию боли. Дентальные боли в ряде случаев могут проецироваться не только в область развития патологического процесса (например, к пораженному зубу или участку пародонта), но и в достаточно удаленные участки лица, головы и шеи (отраженные боли). В основе появления проекционных зон лежит тесное взаимодействие ноцицептивных и ненюцицептивных (реагирующих на механические и температурные воздействия)

нейронов различных ядер тригеминального комплекса, обусловленное наличием богатых связей между ними, а также с ядрами ретикулярной формации. Существенную роль играет также более тонко организованное представительство кожи лица в коре большого мозга, занимающее значительную область сенсорной зоны. Это создает возможность конвергенции ноцицептивных и неноцицептивных возбуждений на нейронах коры, обеспечивающих чувствительность кожи определенных зон лица, головы и шеи с проекцией боли именно к этим участкам (табл. 2.1). В ряде случаев после операции удаления зуба могут развиваться *фантомные боли* — ощущение боли в удаленном зубе или области его фиксации. Фантомные боли рассматривают как деафферентационные. Удаление зуба приводит к повышению возбудимости с одновременным дефицитом тормозных процессов клеток разных уровней ЦНС, обеспечивающих чувствительность данного зуба. Предшествующая операции более или менее длительная ноцицептивная афферентация из области пораженного зуба создает определенную готовность нервных структур к длительной циркуляции возбуждений. Дополнительная афферентация при операции удаления зуба «запускает» циркуляцию, создавая генератор патологически усиленных возбуждений, воспринимаемых клетками коры мозга как длительные, часто непрерывные боли. Вовлечение в процесс циркуляции патологически усиленных возбуждений нескольких структур мозга приводит к формированию *патологической алгической (болевой) системы*. При фантомных болях лечебные мероприятия местного характера не приводят к исчезновению или снижению болей, так как их источник лежит в структурах мозга, на которые и следует воздействовать, усиливая работу тормозных механизмов.

**Таблица 2.1.** Зоны проекции боли при заболеваниях различных зубов

Локализация заболевания	Зона проекции	Точки максимальной болезненности
Верхняя челюсть:		
резцы, клыки	Лобно-носовая	Надбровная дуга
первые премоляры	Носогубная	—
вторые премоляры	Верхнечелюстная	—
первые моляры	Височная	Височная область
второй и третий моляры	Нижнечелюстная	Около козелка наружного уха

Окончание табл. 2.1

Локализация заболевания	Зона проекции	Точки максимальной болезненности
Нижняя челюсть:		
резцы, клыки, первый премоляр	Подбородочная	Нижний край нижней челюсти на уровне угла рта
второй премоляр	Не установлена	—
первый и второй моляры	Подъязычная	Угол нижней челюсти
третий моляр	Область гортани, теменная область головы	—

### Уровни и механизмы регуляции болевой чувствительности

Клиническими наблюдениями и в экспериментах на животных установлено, что уровень болевой чувствительности может изменяться в широких пределах. Описаны случаи врожденной нечувствительности к боли, возникновения аналгезии в стрессовых ситуациях у людей и при раздражении ряда структур ГМ у животных. Детальное исследование последнего феномена, открытие специфических опиатных рецепторов на нейронах мозга и морфиноподобных соединений — эндорфинов, энкефалинов, динарфинов, вырабатываемых в структурах мозга, позволило сформулировать представление об *эндогенной системе контроля и регуляции болевой чувствительности*. Данная система получила название антиноцицептивной. Установлено, что она многокомпонентна и включает многие структуры ЦНС. Последние образуют различные уровни ее организации.

**Первый уровень** объединяет структуры продолговатого и среднего мозга — центральное серое околотоводопроводное вещество, ядра шва и ретикулярной формации. Этот уровень определяет начало системы нисходящего тормозного контроля болевой чувствительности.

**Второй уровень** контроля болевой чувствительности объединяет структуры миндалина, а также вентромедиального и дорсомедиального ядер гипоталамуса. Эти образования имеют прямые связи с ретикулярной формацией мозга и системой центрального серого околотоводопроводного вещества — ядра шва.

**Третьим уровнем** контроля болевой чувствительности является кора большого мозга, в частности ее сенсорная зона II — область

сильвиевой борозды. Эта область коры получает информацию об экстремальных воздействиях раньше, чем все остальные области, и способна модулировать активность структур антиноцицептивной системы, формируя адекватную реакцию на повреждающие воздействия.

Антиноцицептивная система выполняет функции: а — регуляции и поддержания болевого порога; б — ограничения уровня болевого возбуждения; в — информации о ноцицептивной природе действующего на организм раздражителя.

Болевая чувствительность зависит от взаимодействия всех функционирующих механизмов как ноцицептивной, так и антиноцицептивной систем, которые могут ослаблять или усиливать друг друга. Ноцицептивная и антиноцицептивная системы входят в одну функциональную систему, полезным приспособительным результатом которой является сохранение целостности тканей организма. Нормальное функционирование данной системы возможно только при сохранении активности обеих взаимодействующих частей.

### **Физиологические основы и методы обезболивания**

Обезболивание может быть достигнуто воздействием как на ноцицептивную, так и на антиноцицептивную системы организма.

Направленное изменение функций *ноцицептивной системы* связано с исключением различных ее отделов. Например, *местная инфильтрационная анестезия* достигается временной блокадой фармакологическими средствами ноцицепторов и претерминальных нервных волокон. К числу таких приемов относится *интратригамментарная анестезия*, выключающая чувствительность связочного аппарата зубов. *Проводниковая анестезия* адресуется к нервным стволам, в составе которых проходят волокна, проводящие возбуждения от ноцицепторов. *Общая анестезия* достигается применением наркотических средств для ингаляционного наркоза, а также неингаляционных наркотических и ненаркотических анальгетиков. Это воздействие приводит к выключению сознания или процессов восприятия ноцицептивной информации без выключения сознания. Ограничение притока ноцицептивных возбуждений достигается и методами *хирургической деструкции* различных отделов ноцицептивной системы, реализуемых в том числе и с помощью стереотаксических нейрохирургических вмешательств. Эти методы применяют

при очень сильных и длительных болях, не поддающихся другим способам лечения (инкурабельные болевые синдромы). Например, одним из методов лечения невралгии тройничного нерва является разрушение части узла тройничного нерва, иннервирующей зону локализации боли в челюстно-лицевой области.

К числу методов, подавляющих активность ноцицептивной системы, относятся несколько разновидностей электроаналгезии и аудиоаналгезии. Электроаналгезия может быть вызвана воздействием постоянного тока на ноцицепторы и нервные проводники с развитием длительной их поляризации, препятствующей возникновению и проведению возбуждения. Метод аудиоаналгезии основан на торможении ноцицептивных нейронов каудальных отделов тригеминального комплекса ядер возбуждения кохлеарных ядер и слуховой области коры. Эти возбуждения возникают при воздействии на ухо так называемого белого шума — смеси звуковых сигналов с одинаковой выраженностью частот всего звукового диапазона, воспринимаемого человеческим ухом.

Обезболивание может быть достигнуто и путем увеличения активности *антиноцицептивной системы*. Ряд фармакологических средств — наркотических и ненаркотических анальгетиков, помимо влияния на структуры ноцицептивной системы, оказывает стимулирующее действие на различные отделы антиноцицептивной системы, за счет чего снижается поток болевых возбуждений, приходящих в высшие отделы мозга. Аналогичный эффект получают при использовании метода транскраниальной электроаналгезии. Применение при данном методе обезболивания токов, вызывающих выключение сознания, помимо мобилизации антиноцицептивной системы приводит к выключению процессов восприятия и оценки болевых воздействий.

Активность антиноцицептивной системы возрастает при *рефлекторной* ее стимуляции с помощью воздействия на *биологически активные точки*. Стимуляцию этих точек осуществляют путем массажа, давления (акупрессура, точечный массаж), введения специальных игл (акупунктура) и электростимуляции через иглы (электроакупунктура). Определено множество биологически активных точек и их сочетаний по различным меридианам, воздействие на которые при различных видах болей приводит к аналгезии. В ряде случаев обезболивание бывает настолько глубоким, что позволяет проводить крупные полостные операции. Электроакупунктурная аналгезия реализуется за счет мобилизации эндогенных опиатов.

### 2.3. ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ

Поддержание постоянства внутренней среды возможно лишь при обеспечении целостности клеток, тканей, органов и всего организма. Повреждение защитных покровных оболочек (мембран клеток, стенок полостей, капсул внутренних органов, кожных покровов), изолирующих внутреннюю среду от внешней, вызывает нарушение, иногда необратимое, постоянства внутренней среды организма, органа, ткани, клетки.

Органы и ткани, в том числе и защитные покровные оболочки, нормально функционируют только при достаточном кислородном обеспечении, т.е. при определенном уровне клеточного дыхания. Введение веществ, нарушающих окислительные процессы в тканях, дефицит доступа крови приводят к нарушению клеточного метаболизма и в ряде случаев к гибели ткани. Следовательно, определенный уровень тканевого дыхания также обуславливает сохранение ее целостности. Таким образом, целостность ткани является жизненно важной константой, складывающейся из двух показателей, — целостности защитных покровных оболочек и уровня тканевого дыхания. Отклонение этих показателей от нормы включает механизмы функциональной системы, направленные на восстановление целостности тканей. Данная функциональная система представляет собой сложную гетерогенную динамически складывающуюся интеграцию поведенческих, рефлекторных, тканевых, клеточных и молекулярных защитных механизмов, совместная деятельность которых дает возможность организму противостоять действию повреждающих факторов.

В этом отношении зубочелюстная система занимает особое место. Выполнение ею многочисленных функций связано с нарушением целостности собственных тканей, например органов полости рта. Организм использует органы полости рта в качестве средства активного получения информации об окружающей среде, в частности при угрожающих целостности организма ее изменениях. Начальное звено пищеварительного канала периодически подвергается действию отвергаемых веществ, твердых тел и сыпучих субстратов, сильнодействующих химических раздражителей, избыточно нагретых или охлажденных предметов. Вместе с пищевыми веществами в полость рта поступает микробная флора, содержащая патогенные микроорганизмы. Эти и многие другие повреждающие факторы приводят к угрозе или прямому нарушению константы целостности тканей.

В функциональную систему, обеспечивающую целостность тканей в начальном отделе пищеварительного канала, включаются гетерогенные механизмы — от поведенческого до иммунохимического уровней (рис. 2.10).

Данная функциональная система представляет собой интеграцию фрагментов общей системы сохранения целостности тканей при дей-

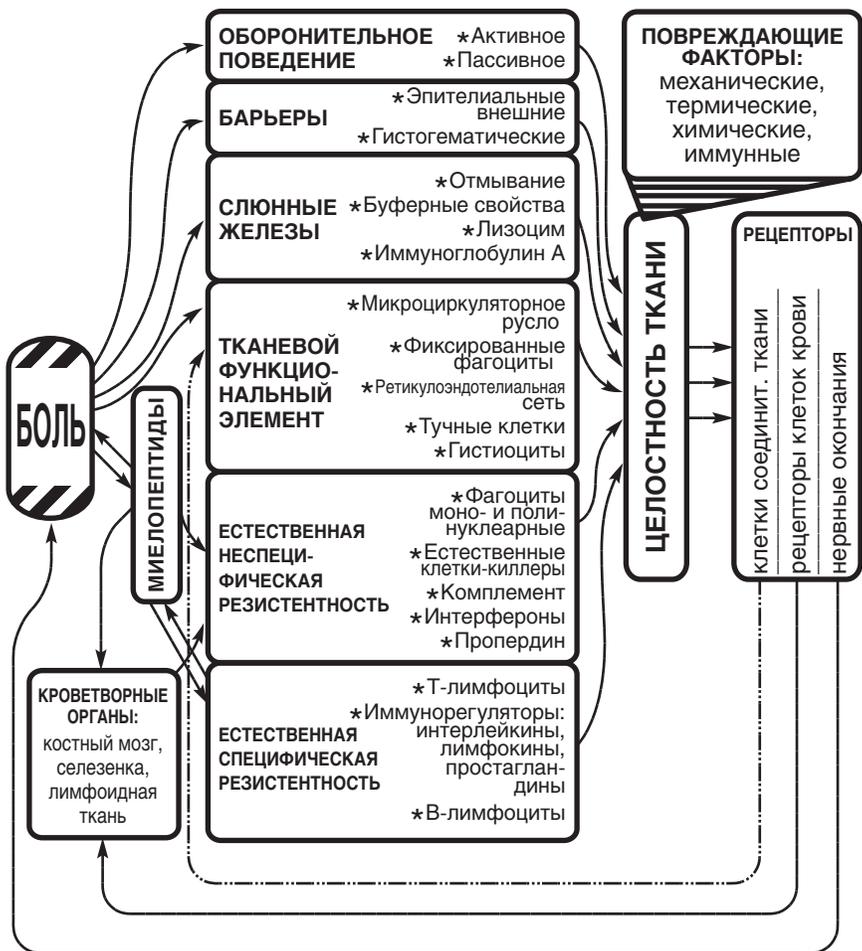


Рис. 2.10. Функциональная система защитных функций полости рта (по В.П. Дегтярёву)

ствии повреждающих факторов и немислима без мобилизации всех ее механизмов. Основные уровни реагирования организма при нарушении целостности тканей включаются при активации аппаратов контроля: нервных окончаний, рецепторов клеток крови, рецепторов клеток соединительной ткани.

Через нервные окончания в процесс защиты организма вовлекаются аппараты управления — ЦНС и ее исполнительные механизмы — поведение (пассивно- и активнооборонительное), рефлекторные реакции отделения слюны с ее компонентами [белки, мурамидаза, иммуноглобулин (IgA)]; активируются защитные барьеры (эпителиальные внешние и гистогематические), вовлекается тканевый функциональный элемент [его микроциркуляторное русло (МЦР)]. Последний клеточной своей частью включается в процесс защиты и при воздействии повреждающих факторов на клетки соединительной ткани (фиксированные фагоциты — ретикулоэндотелиальная сеть, тучные клетки, гистиоциты). Посредством рецепторов клеток крови в процесс защиты включаются кроветворные органы и факторы естественной неспецифической и специфической резистентности.

Особую роль в организации взаимодействия различных уровней защитных механизмов организма играет боль.

Во-первых, боль является той отрицательной биологической потребностью, на основе которой возникает мотивация избавления от этого ощущения, реализуемая соответствующими поведенческими и рефлекторными механизмами.

Во-вторых, боль способствует образованию клетками кроветворных органов миелопептидов, которые стимулируют продукцию факторов естественной неспецифической и специфической резистентности и одновременно оказывают выраженное антиноцицептивное действие.

Последний эффект отражает ту обратную связь, которая, с одной стороны, позволяет поддерживать активность функциональной системы сохранения целостности тканей на достаточно продуктивном уровне, а с другой — ограничивает выраженность защитной, оборонительной мотивации на уровне, позволяющем осуществлять целенаправленное защитное поведение. Немаловажное значение имеет и то обстоятельство, что посредством боли и связанного с ней увеличения синтеза ряда пептидов (вещество П, миелопептиды, В-эндорфин, лейэнкефалин, цитокины и др.) устанавливается четкая причинно-следственная связь между нервным и имму-

нохимическими механизмами управления функциями организма. При действии повреждающих факторов боль возникает и сохраняется в результате преобладания активности ноцицептивной функции над антиноцицептивной, что и позволяет поддерживать необходимый уровень мотивационного возбуждения, направляющего и корректирующего другие виды деятельности организма, взаимодействие различных уровней сложной функциональной системы для достижения конечного полезного приспособительного результата — обеспечения целостности покровных оболочек и определенного уровня тканевого дыхания.

## 2.4. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ

Пищеварительная функция зубочелюстной системы определяет участие ее органов в процессах поиска, приема пищи и переработки пищевых веществ в полости рта.

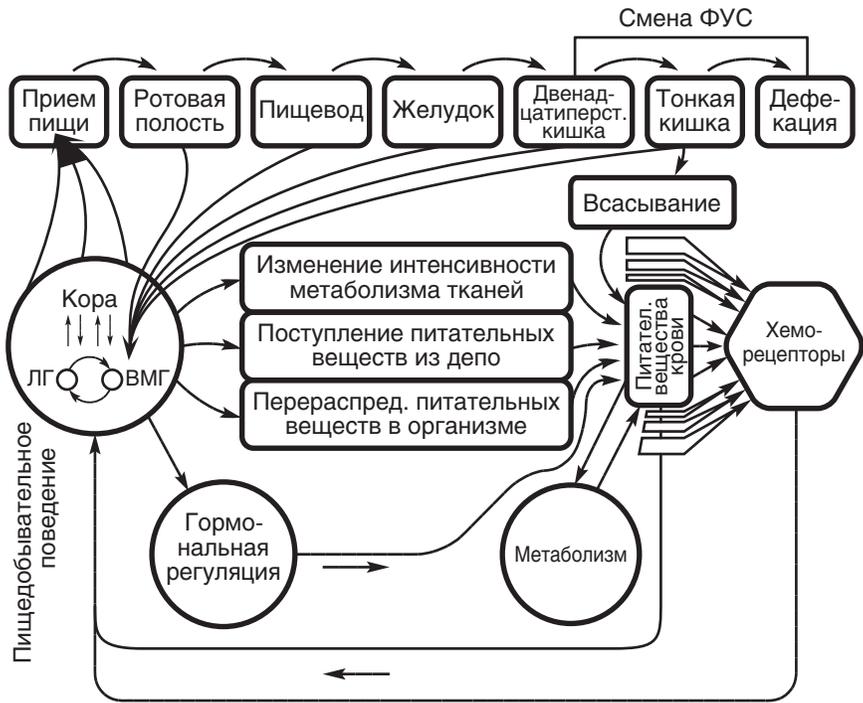
Пищеварение — сложный физиологический процесс, обеспечивающий механическую и химическую обработку в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) пищевых веществ до мономеров с последующим их всасыванием.

Конечной целью пищеварения, его сутью является обеспечение гомеостаза питательных веществ в организме. Этот процесс осуществляется по принципу саморегуляции с помощью функциональной системы, обеспечивающей поддержание питательных веществ в крови на оптимальном для метаболизма уровне (см. рис. 2.11).

Системообразующим фактором данной функциональной системы является мультипараметрический показатель содержания питательных веществ в крови: белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов, солей и других химических соединений. Этот показатель поддерживается работой как внутреннего, так и внешнего звеньев саморегуляции данной функциональной системы.

*Внутреннее звено саморегуляции* — эндогенное питание — это висцеральные процессы, которые включаются при изменении содержания питательных веществ в крови и обеспечивают:

- а) поступление в кровь питательных веществ из депо;
- б) изменение интенсивности тканевого метаболизма;
- в) перераспределение питательных веществ для обеспечения деятельности прежде всего жизненно важных органов — мозга, сердца, печени, почек.



**Рис. 2.11.** Функциональная система, поддерживающая оптимальный для метаболизма уровень питательных веществ в крови (по К.В. Судакову)

*Внешнее звено саморегуляции* — экзогенное питание включает в себя процессы формирования голода — пищевой мотивации, аппетита, пищедобывательного поведения, направленного на поиск и прием пищи, насыщения.

**Голод** — субъективное состояние, которое служит выражением потребности организма в питательных веществах.

Объективными проявлениями голода являются дефицит питательных веществ в крови, создающий потребность в углеводах, белках, жирах и других субстратах. Она выражается в формировании соответствующего возбуждения — информации о потребности, получившего название мотивационного.

Субъективными проявлениями голода являются: «сосание под ложечкой», общая слабость, снижение работоспособности, ухуд-

шение настроения, желание приема пищи, выраженность которых зависит от степени пищевой потребности.

Мотивационное возбуждение структур пищевого центра усиливается действием гормонов грелина, мотилилина, опиоидных пептидов и формирует пищедобывательное поведение. Его реализация — экзогенное питание — приводит к добыче пищи, ее потреблению и всасыванию необходимых веществ в кровь.

**Пищевое насыщение** после приема пищи формируется в две стадии. *Стадия сенсорного* (первичного) *насыщения* связана с торможением центра голода (латеральные ядра гипоталамуса) и активацией центра насыщения (вентромедиальные ядра гипоталамуса) импульсами от рецепторов полости рта и желудка, раздражаемых поступившей пищей. Возбуждение нейронов вентромедиального гипоталамуса приводит к поступлению питательных веществ из депо, кровь перестает быть «голодной» и не раздражает нейроны гипоталамуса.

Этот механизм биологически целесообразен, так как способствует запуску процессов пищеварения в ЖКТ и является надежной гарантией того, что принятые вещества будут переварены и затем поступят в кровь. Из клинической практики известно, что у людей с непроходимостью пищевода введение пищи непосредственно через фистулу желудка не вызывает полноценного чувства насыщения и не сопровождается положительными эмоциональными ощущениями удовольствия и наслаждения в связи с принятием пищи, так как отсутствует афферентация от рецепторов органов рта.

*Стадия метаболического* (вторичного, истинного) *насыщения* возникает при всасывании и усвоении питательных веществ после переваривания пищи в кишечнике.

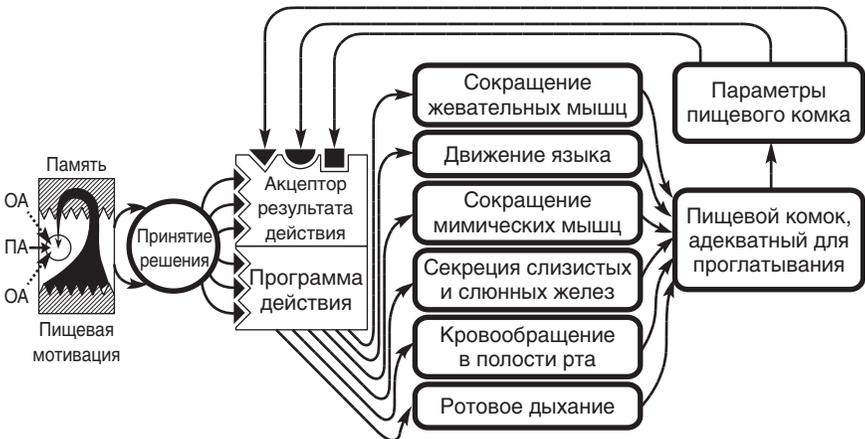
### Пищеварение в полости рта

*Пищеварение* в полости рта — это первое звено в деятельности пищеварительного конвейера. Пищеварительные функции полости рта включают в себя апробацию пищи на съедобность, механическую переработку пищи и частичную химическую обработку.

Механическая переработка пищи в полости рта осуществляется в процессе акта жевания. **Жевание** — физиологический акт, который обеспечивает измельчение пищевых веществ, смачивание их слюной и формирование пищевого комка. Жевание оказывает влияние на процессы пищеварения в других отделах ЖКТ, изменяя их секреторную и моторную функции.

Реализация произвольных и непроизвольных компонентов программы жевания начинается с момента прорезывания первых молочных зубов (в 6–8 мес), становления молочного (временного) прикуса. Формирование постоянного прикуса начинается с момента прорезывания первых постоянных зубов (в 6–7 лет) и заканчивается к 13–14 годам. Жевание представляет собой сложнорефлекторный процесс, объединяющий реализацию как врожденных, так и приобретенных компонентов, составляющих основу функциональной системы, полезным приспособительным результатом которой является формирование адекватного для проглатывания пищевого комка (см. рис. 2.12).

Жевание начинается при попадании пищи в полость рта. При этом происходит раздражение механо-, термо- и хеморецепторов и ноцицепторов. Возбуждение от этих рецепторов по чувствительным волокнам язычного (ветвь тройничного нерва), языкоглоточного, барабанной струны (ветвь лицевого нерва) и верхнегортанного нерва (ветвь блуждающего нерва) поступает в указанной последовательности в чувствительные ядра этих нервов продолговатого мозга (ядро салитарного тракта и ядро тройничного нерва). Далее возбуждение по специфическому пути доходит до специфических ядер зрительных бугров, где происходит переключение возбуждения, после которого оно поступает в кору ГМ. От афферентных путей на уровне ствола мозга отходят



**Рис. 2.12.** Функциональная система формирования пищевого комка (по М.М. Костюшину, О.М. Карцевой)

коллатерали к ядрам ретикулярной формации, которые обеспечивают включение в жевательный акт неспецифических структур мозга. На основании анализа афферентации от рецепторов полости рта в центре жевания складывается модель пищевого комка, адекватного для проглатывания. В соответствии с моделью пищевого комка в центре жевания формируется программа эфферентных команд тройничному, подъязычному, лицевому, секреторному нервам, обеспечивающим деятельность жевательных, мимических мышц, мышц, опускающих нижнюю челюсть, дна полости рта, языка. Сформированный пищевой комок обладает определенными свойствами, или параметрами, которые зависят от органолептических свойств пищи, ее механических, температурных, вкусовых и других показателей. Обычно пищевой комок формируется в интервалах от 5 до 15 с, однако цифры эти условны, так как время его образования зависит от состава пищи — мягкая или твердая, ослизненная; от состояния органов полости рта и зубных рядов, от температуры пищи, от ее вкусовых качеств. Объем пищевого комка также имеет существенные колебания весовых показателей от 1 и более 20 г. Существенным моментом, влияющим на длительность формирования и объем пищевого комка, является уровень и выраженность пищевой мотивации: чем она выше, тем объем больше, а время формирования меньше.

Основу регуляции моторного и секреторного компонентов жевания составляют четыре вида рефлексов: гингивомускулярный, периодонтомускулярный, лингвомускулярный и артикуляционно-мускулярный. На основе анализа и синтеза поступающих афферентных возбуждений принимается решение о съедобности поступивших в полость рта веществ. Несъедобная пища отвергается (выплевывается), что является одной из важных защитных функций полости рта. Съедобная пища остается в полости рта, и жевание продолжается. В этом случае к потоку афферентных импульсов от слизистой полости рта присоединяется возбуждение от механорецепторов (барорецепторов) периодонта зуба. В связи с этим происходит программирование жевательного давления, в зависимости от консистенции пищи. Мышцы языка, щек и губ перемещают пищевой комок в полости рта, распределяют и удерживают пищу между окклюзионными поверхностями зубов, обеспечивая тщательность пережевывания. При этом высококоординированная двигательная активность языка обеспечивает его защиту от повреждения зубными рядами (от прикусывания).

В целом в процессах регуляции трудно выделить какой-либо один рефлекс, регулирующий жевательное давление, целесообразность движений нижней челюсти. Так как в акте жевания участвует комплекс различных групп мышц, то и их регуляция, естественно, осуществляется комплексно. В каждый момент жевательного цикла складывается своя определенная интеграция жевательных рефлексов, каждый из которых обеспечивает контроль и достижение запрограммированного параметра результата.

При жевании, а также в состоянии покоя всегда имеется определенное пространственное соотношение челюстей, которое может меняться в зависимости от движений нижней челюсти (артикуляция).

Смыкание зубных рядов или групп зубов верхней и нижней челюстей при различных движениях последней получило название **окклюзии**.

В зависимости от положения нижней челюсти по отношению к верхней и направления смещения нижней челюсти различают:

- состояние относительного физиологического покоя;
- центральную окклюзию, или центральное соотношение челюстей;
- передние окклюзии;
- правые и левые боковые окклюзии.

**Соотношение челюстей в покое.** Состояние относительно физиологического покоя представляет собой артикуляционное положение нижней челюсти в состоянии покоя, при котором мимические мышцы полностью расслаблены, а активность мышц, поднимающих и опускающих нижнюю челюсть, определяется их тонической деятельностью. При этом расстояние между зубными рядами (межокклюзионное пространство) равно 2–4 мм. Его величина может изменяться в пределах 1–13 мм и зависит от состояния зубов, тонической деятельности мышц, развития скелета лица, степени разрежения атмосферного давления в полости рта.

В состоянии физиологического покоя при замкнутой полости рта и плотном смыкании губ давление в полости рта ниже атмосферного на 2–6 мм водного столба. Это связано с тем, что нижняя челюсть, а вместе с ней и язык, несколько опускаясь под действием собственной массы, создают в полости рта разрежение, при этом высота нижней трети лица соответствует эстетической норме и является постоянной для каждого человека.

Смыкание зубов из положения физиологического покоя или во время глотания обычно фиксирует зубные ряды в положении центральной

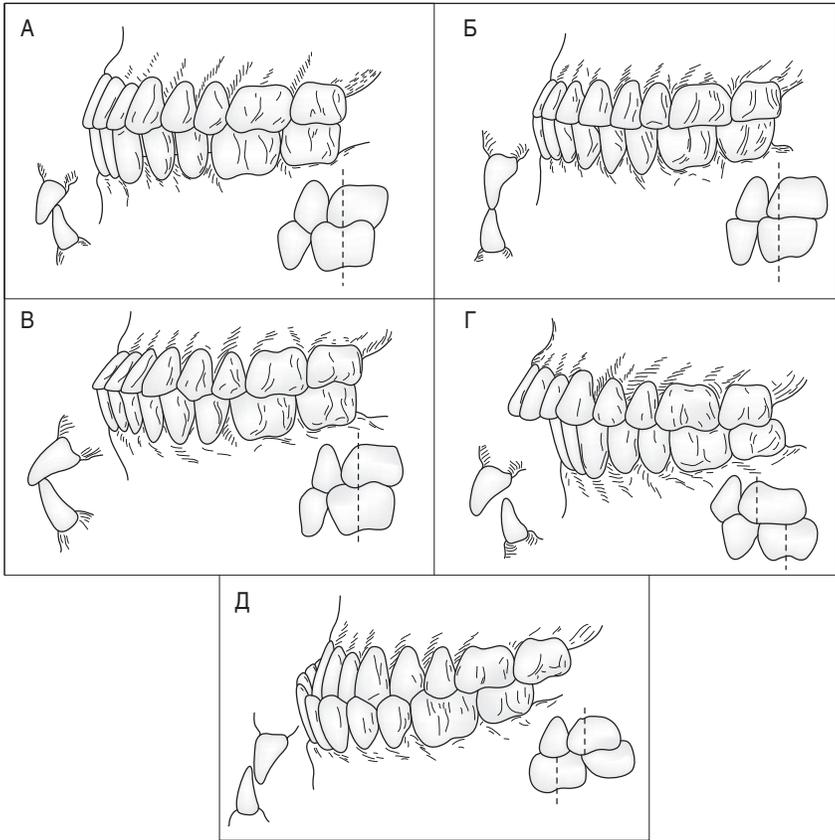
окклюзии. Она характеризуется максимальным контактом окклюзионных поверхностей зубов верхней и нижней челюстей при равномерном напряжении жевательных мышц. При центральной окклюзии вертикальный размер нижнего отдела лица уменьшается на 2–4 мм (величина межокклюзионного пространства). Вертикальный размер нижней трети лица при центральной окклюзии может со временем уменьшиться, так как он зависит от состояния твердых тканей зубов, пародонта, количественной потери зубов и топографии дефектов в зубных рядах.

Регуляция высоты нижнего отдела лица в состоянии относительного физиологического покоя осуществляется непроизвольно благодаря тонической деятельности мышц, которая обуславливает определенную длину и величину напряжения мышечных волокон. Основу данной регуляции составляет **миотатический рефлекс** — рефлекс растяжения, который в клинике получил название Т-рефлекса. Тоническая деятельность жевательных мышц и разность атмосферного давления вне и внутри полости рта препятствуют опусканию нижней челюсти под влиянием собственной тяжести и напряжения мышц, опускающих ее. В результате этого происходит растяжение мышц, опускающих нижнюю челюсть, за счет сокращения жевательной мускулатуры. Одновременно происходит растяжение жевательных мышц за счет опускания нижней челюсти и сокращения мышц, ее опускающих. В ответ на растяжение в данных группах мышц раздражаются мышечные веретена, которые обеспечивают восстановление длины мышечных волокон. Контроль напряжения мышечных волокон для сохранения определенной их длины осуществляется за счет рецепторов Гольджи, расположенных в сухожилиях.

По характеру взаимоотношений передних и боковых зубов при центральной окклюзии различают следующие виды физиологического прикуса: ортогнатический, прогнатический, прогенический, бипрогнатический и прямой. При *физиологическом прикусе* обеспечивается эстетический и функциональный оптимум, а зубные ряды застрахованы от функциональной перегрузки, поскольку жевательное давление распределяется равномерно (рис. 2.13).

Состояние физиологического покоя является исходным и конечным моментом всех движений нижней челюсти.

**Соотношение челюстей при жевании.** Во время жевания нижняя челюсть движется в двух плоскостях: горизонтальной и вертикальной. При этом она может перемещаться вперед, назад, в стороны, вверх, вниз. Исходным моментом этих движений явля-



**Рис. 2.13.** Физиологические виды прикуса:

А — ортогнатический; Б — прямой; В — биопрогнатия; Г — прогнатия; Д — прогения. Сбоку слева — соотношение резцов, справа — соотношение первых постоянных моляров

ется положение центральной окклюзии, когда имеется максимальное количество контактирующих точек смыкающихся зубов. При этом средняя линия лица совпадает с линией, проходящей между центральными резцами, головка нижней челюсти располагается на скате суставного бугорка, у его основания, а жевательные мышцы с обеих сторон одновременно и равномерно сокращены. Рот открывается благодаря сокращению надподъязычных мышц — двубрюшных, шилоподъязычных, подбородочно-подъязычной

и двустороннему сокращению латеральных крыловидных мышц. Верхний пучок последних, пройдя через капсулу ВНЧС, вплетается в диск и обуславливает смещение диска вперед. Затем нижняя челюсть опускается вниз и смещается назад, происходит захват пищи. Жевательные мышцы сокращаются, нижняя челюсть поднимается, при этом передняя группа зубов (резцы) смыкается и происходит откусывание определенного объема пищи. Боковые зубы в это время разомкнуты.

Обычно жевание осуществляется на одной из сторон челюстей — левой или правой. Та сторона, на которой происходит жевание, получила название основной, или рабочей, а другая — вспомогательной, или балансирующей.

### **Движения нижней челюсти при жевании**

После откусывания наступает период непосредственного разжевывания и измельчения пищи, осуществляющийся при закрытом входе в полость рта. Выделяют три фазы движения нижней челюсти. *В первой фазе* она опускается и смещается вперед и в сторону. В это время откусанная часть пищи благодаря деятельности щечных мышц и языка помещается на зубные ряды рабочей стороны. *Во второй фазе* челюсть поднимается, бугры моляров и премоляров входят в контакт с буграми зубов-антагонистов верхней челюсти, раздавливая пищу. *В третьей фазе* нижняя челюсть перемещается горизонтально по направлению к сагиттальной линии, происходит растирание пищи (перемалывание). Зубные ряды вновь смыкаются в центральной окклюзии, завершая жевательный цикл. Жевательные циклы будут повторяться до тех пор, пока не будет достигнуто необходимое размельчение пищи. Во время смыкания моляров медиальные валики щечных мышц прижимаются к зубам, образуя так называемые щечные карманы. Раздавленная между зубами пища попадает в эти карманы и челюстно-язычный желобок.

При повторном жевательном цикле благодаря сокращению щечных мышц и мышц языка она снова доставляется на зубные ряды для дальнейшего размягчения. По мере размельчения частицы пищи пропитываются слюной, ослизняются муцином, склеиваются в пищевой комок, который продвигается к корню языка и помещается в образовавшийся там желобок. Объем и степень размельчения пищи контролируются рецепторами слизистой щеки, десны, языка. Благодаря этому происходит сортировка частиц пищи: размельченные частицы оформляются

в пищевой комок, крупные вновь поступают для дальнейшей обработки, а инородные выталкиваются языком и удаляются из полости рта.

Функцию жевания изучают с помощью мастикациографии — регистрация движений нижней челюсти при жевании (подробнее см стр. 196). Метод позволяет оценить рефлекторную деятельность различных групп мышц, осуществляющих движение нижней челюсти.

### **Деятельность мимических мышц и языка**

Полноценное жевание немислимо без участия мимической мускулатуры и языка. В процессе жевания мимическая мускулатура губ и щек обеспечивает захват пищи, плотное закрытие полости рта и удержание в ней пищи. Особую роль эти мышцы играют в акте сосания и приеме жидкой пищи.

Язык является «диспетчером» в формировании пищевого комка. Он распределяет части пищи на зубные ряды, извлекает ее из челюстно-язычного и щечно-челюстного карманов, перемешивает, обеспечивает пропитывание ее слюной. Благодаря сокращению мышц язык, подобно поршню в насосе, может создавать значительное разрежение в полости рта, обеспечивая присасывающее действие.

### **Движение височно-нижнечелюстных суставов**

В процессах движения нижней челюсти большое значение имеет работа височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС) (см. рис. 3.12). Все движения суставных головок в нижнечелюстных ямках являются комбинированными и имеют следующие компоненты: вертикальный, соответствующий открыванию и закрыванию рта; сагиттальный, определяющий поступательное движение нижней челюсти вперед и назад; боковой, или трансверсальный, наблюдающийся при смещении челюсти вправо и влево.

В норме движения нижней челюсти похожи на перемещение по кругу или эллипсу. Патологические изменения и аномалии зубных рядов и зубов ведут к снижению амплитуды движений и к увеличению их количества.

Особенностью движений головки нижней челюсти является *комбинация поступательных и вращательных движений в суставах*. Любое движение в суставах начинается с поступательного — скольжения головки по заднему скату суставного бугорка. Затем присоединяется вращательное движение вокруг горизонтальной оси головки. Эта характерная функциональная особенность отличает ВНЧС от дру-

гих суставов скелета человека. Она обусловлена наличием в суставе суставного диска, который делит полость сустава на две камеры. В верхней камере происходят поступательные движения, и головка смещается вниз по заднему скату суставного бугорка. В нижней камере одновременно происходят вращательные движения вокруг горизонтальной оси. Таким образом, два отдела сустава, изолированные друг от друга диском, едины при выполнении функции, так как разнонаправленные движения в суставе происходят одновременно.

Другой функциональной особенностью является *синхронность движений в обеих ВНЧС*, так как оба сустава (правый и левый) связаны между собой непарной нижнечелюстной костью. Эту особенность необходимо учитывать при диагностике заболеваний ВНЧС. Так, при привычном вывихе одного сустава всегда нарушается функция другого.

Помимо обеспечения перемещений нижней челюсти, ВНЧС участвуют в реализации сенсорной функции за счет нервных окончаний, расположенных в сухожилиях, капсуле и связках. Эти рецепторы совместно с рецепторами пародонта, слизистой, жевательных мышц участвуют в регуляции движений нижней челюсти и жевательного давления.

Контроль жевательного давления и регуляция акта жевания осуществляются рефлексами, начинающимися с рецепторов пародонта, языка и ВНЧС. Эти рефлексы получили название пародонтомускулярных, лингвомускулярных и артикуляционно-мускулярных.

В группе *пародонтомускулярных* рефлексов выделяют два основных: периодонтомускулярный и гингивомускулярный. Наибольшее значение в регуляции деятельности жевательных мышц имеет периодонтомускулярный рефлекс. Он осуществляется при наличии естественных зубов, когда сила сокращения жевательной мускулатуры регулируется степенью чувствительности рецепторов давления пародонта. Положение нижней челюсти, степень ее участия в акте жевания управляются также гингивомускулярным, лингвомускулярным рефлексами, начинающимися от рецепторов, расположенных в слизистой десны и языка. Особую значимость в регуляции жевания эти рефлексы получают у лиц, пользующихся съемными протезами при частичной или полной вторичной адентии, когда передача жевательного давления осуществляется непосредственно на слизистую десны.

Важную роль в регуляции жевательного давления осуществляет *артикуляционно-мускулярный рефлекс*, рецепторный аппарат которого

заложен в капсуле и связках ВНЧС. Немаловажная роль в регуляции давления и скорости его развития принадлежит также рефлексам, связанным с проприорецепторами жевательных мышц.

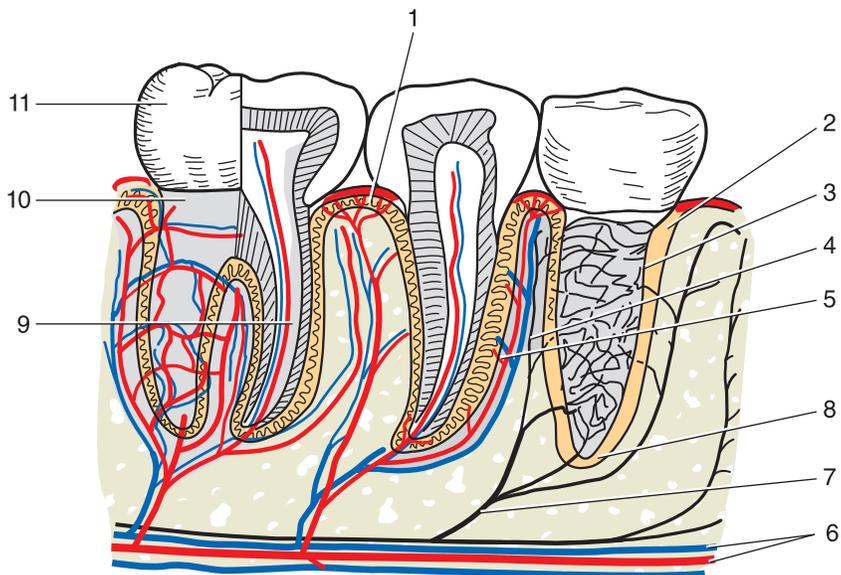
Скорость развития жевательного давления, степень и время укорочения жевательных мышц программируются в акцепторе результатов действия. Скорость развития силы программируется на рабочую сторону нижней челюсти, что приводит к соответствующей настройке рецепторов, контролирующих этот процесс. Наличие в разжевываемом пищевом веществе твердого включения вызывает неприятное, иногда болезненное ощущение и остановку акта жевания. Давление, развиваемое жевательными мышцами рабочей стороны, из-за малой площади препятствия распределяется всего на один-два зуба и достигает значительно больших величин, чем запрограммированное для нормального жевания. Возникающая при этом избыточная деформация периодонта и мощная афферентная импульсация воспринимаются как неприятное или болевое ощущение. Иногда в таких случаях происходит разрушение коронковых частей зубов-антагонистов.

В процессах регуляции жевания трудно выделить какой-либо один рефлекс, обеспечивающий жевательное давление и целесообразность движений нижней челюсти. Так как в акте жевания участвует комплекс различных групп мышц, то и их регуляция, естественно, осуществляется комплексно. В каждый момент жевательного цикла складывается своя определенная интеграция жевательных рефлексов, каждый из которых обеспечивает контроль и достижение запрограммированного параметра результата.

Строгая координация в деятельности жевательных мышц, языка и слюнных желез при поедании различных по своим характеристикам пищевых продуктов характеризуется соответствующей силой и длительностью сокращения мышц, а также составом слюны.

### **Функциональные элементы зубочелюстной системы**

Осуществление жевательной функции и получение полезного приспособительного результата возможно лишь при интеграции всех компонентов зубочелюстной системы. Интегрирующую роль при этом выполняют как нервная система, так и система кровообращения, что определяется наличием в зубочелюстной системе соответствующих функциональных элементов различной степени сложности, представляющих своеобразную иерархию.



**Рис. 2.14.** Строение зубного органа:

1 — зубодесневые волокна; 2 — стенка альвеолы; 3 — зубоальвеолярные волокна; 4 — альвеолярные десневые ветви; 5 — сосуды периодонта; 6 — артерия и вены челюсти; 7 — зубные ветви нерва; 8 — дно альвеолы; 9 — корень зуба; 10 — шейка зуба; 11 — коронка зуба

Функциональным элементом зубочелюстной системы первого порядка является зубной орган или зубной сегмент (рис. 2.14); второго порядка — сам зуб.

### Зубной орган

*Специфическая рабочая часть* зубного органа представлена зубом. Именно зуб является тем основным рабочим компонентом, который обеспечивает специфическую, пищеварительную, функцию зубочелюстной системы, т.е. механическую обработку пищи.

*Соединительнотканная часть* зубного органа представлена волокнами периодонта и клеточными элементами рыхлой соединительной ткани, заполняющими периодонтальную щель. Сюда также относятся десна, околозубная часть альвеолярных и челюстных костей. Этот компонент обеспечивает рабочую архитектуру специфических образований, т.е. определенное положение зубов, необходимое для

осуществления их функций. Кроме того, клеточные элементы соединительной ткани являются источником образования биологически активных веществ, играющих существенную роль в регуляции кровотока в системе микроциркуляции зубного органа.

Оценить функциональное состояние соединительнотканного компонента позволяет метод гнатодинамометрии. **Гнатодинамометрия** (греч. gnathos челюсть + dynamis сила + metreo мерить) — измерение силы жевательного давления, возникающего при сжатии зубов в результате сокращения жевательных мышц. Гнатодинамометрия применяется для выявления чувствительности пародонта к функциональной нагрузке. На основе этих данных изучают функциональные изменения опорного аппарата зубов при развитии патологических и восстановительных процессов в пародонте, определяют оптимальные конструкции зубных протезов, обеспечивающих восстановление функции зубочелюстной системы.

**Гнатодинамометрию** проводят с помощью специальных приборов — гнатодинамометров (пародонтодинамометров), которые можно разделить на механические, гидравлические и электронные. Простейший гнатодинамометр подобен роторасширителю, щечки которого раздвинуты пружиной, соединенной с указателем, а на концах укреплен шкала с делениями. При сжатии щечек прибора зубами указатель передвигается по шкале и показывает силу давления в условных единицах. Появление легких болевых ощущений свидетельствует о достижении физиологических границ выносливости пародонта.

Микроциркуляторная часть зубного органа имеет свои особенности в зависимости от принадлежности к той или иной его структуре.

Микрососуды периодонта располагаются между пучками коллагеновых волокон ближе к альвеолярной кости. Наибольшее их количество находится в пришеечной и приверхушечной областях. Кровеносные сосуды образуют сеть вокруг корня зуба и анастомозируют с сосудами десны, костей и костномозговых пространств челюстей. Благодаря богатым анастомозам МЦР различных компонентов зубного органа осуществляется тесная связь между его частями.

Функциональное состояние сосудистого компонента оценивают методом реопародонтографии. **Реографический** метод количественной оценки регионарного кровообращения основан на измерении базового сопротивления тканей высокочастотному переменному току при прохождении через них пульсовой волны кровенаполнения. При

увеличении кровенаполнение полное сопротивление ткани уменьшается. Скорость и длительность пульсового притока и оттока крови зависят от функционального состояния регионарных сосудов, а тонус сосудов — от артериального давления и местных факторов, например от медиаторов воспаления и жевательной нагрузки.

В зубном органе имеется большое количество нервных волокон и чувствительных нервных окончаний, дающих начало рефлексам, регулирующим жевание.

Функциональное состояние нервного компонента оценивается методом регистрации вызванных потенциалов — регистрации изменений биоэлектрической активности мозга, возникающих в ответ на раздражение тканей парадонта электрическими стимулами.

Гетерогенность клеточного и межклеточного состава функциональных элементов зубочелюстной системы первого порядка (зубных органов), интегративная роль кровеносной и нервной систем определяют полифункциональность зубного органа, что позволяет ему выполнять наряду со специфической пищеварительной и другие функции.

*Амортизирующую функцию* выполняют структуры соединительной ткани — коллагеновые и эластические волокна. Периодонтальная связка при жевании защищает ткани зубной альвеолы, сосуды парадонта и нервы от травмирования. В этом процессе участвуют жидкая часть и коллоиды межтканевых щелей и клеток, а также изменения объема сосудов. Жевательные движения, создавая повышенное давление в периодонтальной щели, вызывают уменьшение просвета кровеносных сосудов. Уменьшение объема крови, находящейся в сосудах парадонта, уменьшает ширину периодонтальной щели и способствует погружению зуба в лунку. При отсутствии давления на парадонт сосуды наполняются кровью, и периодонтальная щель восстанавливается до прежних размеров, выдвигая зуб и возвращая его в исходное положение. Таким образом, изменение ширины периодонтальной щели обеспечивает физиологическую подвижность зуба, а изменение объема сосудистого русла создает частичную амортизацию жевательного давления, которое испытывает зуб во время смыкания зубных рядов и разжевывания пищи. Этому способствует также менее плотное расположение волокон парадонта и значительное количество рыхлой соединительной ткани в области верхушки корня зуба.

Клеточные элементы соединительной ткани осуществляют *пластическую функцию*. Она заключается в постоянном воссоздании тканей, утраченных в ходе физиологических и патологических процес-

сов. Реализуют ее цементобласты, остеобласты, фибробласты, тучные клетки.

*Трофическая функция* зубного органа обусловлена наличием МЦР и нервных образований — рецепторов, соматических и вегетативных нервных волокон. Она направлена на обеспечение питания как рабочей, так и соединительнотканной частей зубного органа и всецело зависит от сохранности процесса микроциркуляции.

*Барьерная функция* обеспечивается целостностью всех частей зубного органа. Это создает надежную защиту всего организма от действия неблагоприятных факторов среды. Десна и другие ткани зубного органа препятствуют проникновению патогенных агентов во внутреннюю среду организма.

*Функция внешнего барьера* обеспечивается слизистой оболочкой, которая защищает ткани зубного органа от повреждающих факторов ферментами, Ig, гликопротеидами слюны (муцин), лейкоцитами, которые мигрируют через зубодесневое эпителиальное прикрепление, выполняя функцию неспецифического клеточного и гуморального иммунитета. Десневая жидкость также является компонентом внешнего барьера. Она выделяется в области десневой бороздки и содержит большое количество Ig и бактерицидных веществ.

*Функция гистогематического барьера* заключается в селективной проницаемости различных питательных, регуляторных веществ для осуществления адекватной трофики тканей пародонта соответственным его функциональным потребностям.

*Сенсорная функция* связана с наличием в структурах зубного органа большого количества полимодальных рецепторных образований, обеспечивающих восприятие различных раздражителей. Она создает возможность получения организмом гаммы ощущений: тактильных, температурных, болевых, давления, вибрации и др.

### **Функциональный элемент зуба**

Зуб как орган также состоит из функциональных элементов, которые в данной иерархии следует обозначать как функциональные элементы зубочелюстной системы второго порядка.

Рабочая часть функциональных элементов зуба как органа представлена *эмалью*. Эмаль является высокоспециализированной тканью со своеобразным, очень низким обменом веществ, который тесно связан с общим метаболизмом. Малая активность обмена эмали определяется высокой минерализацией тканей зуба. Ее следует рас-

ценивать как проявление адаптации к выполняемой зубом защитной функции и функции механической обработки пищи. Защитная функция эмали заключается в том, что она изолирует дентин и пульпу зуба от механических воздействий колебаний температуры, воздействий химических веществ.

Разрушение эмали всегда приводит к разрушению всех тканей зуба.

Дентин, составляющий основную массу зуба, занимает второе место по минерализации после эмали и в основном состоит из волокон, содержащих коллаген. По структуре дентин сходен с грубоволокнистой костью и отличается от нее отсутствием клеток и большей твердостью. Своеобразие строения заключается в наличии дентинных трубочек, пронизывающих всю его массу. В трубочках находятся протоплазматические отростки клеток пульпы — одонтобластов. Кроме того, в них циркулирует дентинная жидкость, которая доставляет в дентин необходимые вещества.

Одонтобласты имеют соединительнотканное происхождение, располагаются в периферических отделах пульпы в один или несколько рядов. Одонтобласт имеет периферический отросток, который в виде волокон проникает в дентинные каналы и пронизывает всю толщину дентина, достигая эмалево-дентинной границы. Функция одонтобласта заключается в выработке дентина. Кроме того, одонтобласты осуществляют трофическую функцию, обеспечивая доставку питательных веществ и минеральных солей к дентину и эмали.

Соединительнотканной частью функционального элемента зуба являются дентин, цемент, одонтобласты и пульпа. Все эти структуры создают необходимые условия для деятельности эмали.

Пульпа зуба представлена рыхлой соединительной тканью, богатой клетками и межклеточным веществом, т.е. волокнистыми структурами — коллагеновыми и преколлагеновыми волокнами. Эластических волокон здесь не обнаружено.

Клеточный состав представлен большим количеством звездчатых и адвентициальных клеток, располагающихся по ходу мелких кровеносных сосудов, от тел которых отходят многочисленные тонкие и длинные отростки, переплетающиеся между собой. Они способны дифференцироваться и переходить в фибробласты, макрофаги и одонтобласты.

Микроциркуляторная часть функционального элемента зуба представлена богатой сетью сосудов диаметром 2–200 мкм, расположенных в коронковой и корневой частях пульпы.

Зубные артерии входят в каналы корней через отверстия верхушки зубов и ветвятся в пульпе на более мелкие сосуды — артериолы, от которых по ходу корневого канала отходят боковые ветви к слою одонтобластов, где особенно сильно развита капиллярная сеть — сосуды обменного типа.

Для оценки функционального состояния сосудистого русла используют метод *реодентографии* — записи изменений полного сопротивления тканей зуба в связи с пульсовым кровенаполнением сосудов.

Нервные структуры функционального элемента зуба представлены различными неинкапсулированными рецепторными образованиями, афферентными и эфферентными нервными волокнами. Пучки миелиновых нервных волокон входят в пульпу зуба через апикальное отверстие корня вместе с кровеносными сосудами, образуя сосудисто-нервный пучок. По пути он отдает ряд боковых веточек слою одонтобластов и кровеносным сосудам корневой пульпы. Наиболее обширное ветвление нервных стволиков наблюдается в области перехода их из корневой пульпы в коронковую и в особенности в самой коронковой пульпе. Отдельные тонкие веточки направляются к периферическим отделам коронковой части пульпы и образуют здесь густое сплетение вблизи субодонтобластического слоя (сплетение Рашкова). Ветви этого сплетения иннервируют пульпу зуба и внутренние отделы околопульпарного дентина.

Одним из методов оценки состояния нервного компонента функционального элемента зуба является метод *электроодонтометрии* — измерения сопротивления тканей зуба постоянному току. Применяется также метод регистрации вызванных потенциалов, возникающих при трансдентальном раздражении пульпы зуба электрическими стимулами.

Наличие в пульпе зуба большого количества различных клеточных элементов, микроциркуляторных и нервных образований позволяет зубу выполнять не только пищеварительную, но и защитную, трофическую, пластическую и сенсорную функции.

*Защитную функцию* пульпы обеспечивает высокая поглотительная способность клеток эндотелия сосудов и активная воспалительная реакция пульпы на раздражение, проникновение чужеродных веществ и повреждения. При этом в большинстве случаев образуется соединительнотканная капсула, ограничивающая зону повреждения от интактных участков. В результате зуб, ткани которого были подвергнуты повреждающему воздействию, сохраняется.

*Трофическая функция* пульпы заключается в обеспечении питания дентина коронки и корня зуба, а также цемента через отростки одонтобластов. Частично дентин и в основном цемент корня зуба снабжаются кровью через сосудистую стенку периодонта. Трофика эмали, хотя и в меньшей степени, также осуществляется через отростки одонтобластов.

*Пластическая функция* пульпы связана с образованием дентина. Она проявляется с начала формирования зуба и не прекращается на протяжении всей жизни человека.

*Сенсорная функция* пульпы обеспечивается наличием в ней рецепторов в виде свободных нервных окончаний. Раздражение рецепторов пульпы, как правило, вызывает ощущение боли.

Таким образом, пульпа обеспечивает нормальную жизнедеятельность зуба и регенеративные процессы в нем. Она является также своеобразным биологическим барьером, защищающим зубную полость и периодонт от повреждения.

Интеграция функциональных элементов (зубного сегмента и зуба) различного уровня организации зубочелюстной системы обеспечивает ее полифункциональность, стабильность, функциональную надежность и высокую приспособляемость к воздействию факторов внешней и внутренней среды организма.

### **Характеристика жевательного давления**

Силу жевательного давления челюстей исследуют методом гнатодинамометрии. При этом с помощью механических, тензометрических, пьезоэлектрических датчиков измеряют силу давления одиночных антагонизирующих пар зубов, групп резцовых, премолярных, молярных зубов или всего зубного ряда.

Степень жевательного давления, развиваемого мышцами во время жевания, зависит от твердости принимаемой пищи, но она никогда не достигает максимальных величин. Так, установлено, что 1 см<sup>2</sup> жевательной мышцы может сокращаться с силой в 10 кгс. Исходя из площади поперечного сечения каждой жевательной мышцы, была установлена их абсолютная сила, равная 390 кгс. Установлено, что абсолютная сила жевательных мышц колеблется от 90 до 150 кгс для боковых групп зубов и 60–70 кгс — для передних. При интактных зубных рядах сила сжатия зубов в области моляров достигает 80 кг, а в области передних зубов — 40 кг. Такая разница показателей объясняется анатомо-топографическими особенностями расположения

передних и боковых зубов по отношению к суставным головкам нижней челюсти и местам прикрепления жевательных мышц. Клинические наблюдения и экспериментальные данные показывают, что опорно-удерживающий аппарат зубов в течение длительного времени способен выдерживать повышенную нагрузку. Отсюда следует, что в физиологических условиях он использует лишь часть своих возможностей, сохраняя значительный резерв. Эта особенность используется стоматологами при конструировании ортопедических протезов и ортодонтических аппаратов.

### **Жевательные пробы**

Процесс жевания у каждого человека обладает своими свойствами и особенностями, обеспечивающими скорость и адекватность формирования пищевого комка. Полноценность этой функции требует оценки, особенно при наличии каких-то патологических проявлений в зубочелюстной системе. Должны быть оценены и результаты проведенного лечения, эффективность жевания. Под *эффективностью жевания* понимают степень измельчения пищи зубочелюстной системой при выполнении функции жевания.

Методы определения жевательной эффективности делят на *статические, динамические (функциональные) и графические*.

*Статические методы* используются при непосредственном осмотре полости рта обследуемого, при этом оценивают состояние каждого зуба и всех имеющихся зубов и заносят полученные данные в специальную таблицу, в которой доля участия каждого зуба в функции жевания выражена соответствующим коэффициентом. Такие таблицы предложены многими авторами, но в нашей стране чаще используются методами Н. И. Агапова и И. М. Оксмана.

В таблице И.И. Агапова за единицу функциональной мощности принят боковой резец верхней челюсти. В сумме функциональная ценность зубных рядов составляет 100 единиц. Потеря одного зуба на одной челюсти приравнивается (за счет нарушения функции его антагониста) к потере двух одноименных зубов. Например, потеря центрального резца приводит к снижению жевательной эффективности на 4%, а первого моляра – на 12%. В методике Н. И. Агапова не учитываются зубы мудрости и функциональное состояние оставшихся зубов.

И.М. Оксман предложил таблицу для определения жевательной способности зубов, в которой коэффициенты основаны на учете анатомо-физиологических данных: площади окклюзионных поверх-

ностей зубов, количества бугров, числа корней и их размеров, степени атрофии альвеолы и выносливости зубов к вертикальному давлению, состояния пародонта и резервных сил нефункционирующих зубов. В этой таблице боковые резцы также принимаются за единицу жевательной мощности, зубы мудрости верхней челюсти (трехбугровые) оцениваются как 3 единицы, нижние зубы мудрости (четырёхбугровые) — как 4 единицы. В сумме получается 100 единиц. Потеря одного зуба влечет за собой потерю функции его антагониста. При отсутствии зубов мудрости жевательную способность оценивают исходя из 28 единиц.

Для приближения статического метода к клинической диагностике В. К. Курляндский предложил еще более детализированную схему оценки жевательной эффективности, которая получила название одонтопародонтограммы.

Статические методы не полностью отражают функциональное состояние опорных тканей зубов, деятельности жевательной мускулатуры, индивидуальных особенностей функции жевания, которые зависят от общего и психического состояния человека, а также от вида прикуса. Эти методы применяют совместно с динамическими (функциональными) методами.

*Динамические методы* оценки жевательной эффективности реализуют путем проведения функциональных (жевательных) проб.

Суть методов заключается в анализе параметров пищевого комка после разжевывания испытуемым пищевого вещества. Анализ может осуществляться по многим параметрам жевательного процесса, основными из которых являются: а) продолжительность жевания, б) количество жевательных движений, в) изменение степени измельчения пищи. Известно большое количество жевательных проб, проведение которых основано на использовании какого-либо одного показателя: времени жевания или количества жевательных движений. Более сложные методы учитывают такие факторы, как сила жевания, жевательный эффект, законы дробления, данные миографии.

**Функциональные методы изучения эффективности** жевания с применением жевательных проб берут свое начало с работ Христиансена (1923). По предложенной им методике испытуемые в течение 50 жевательных движений разжевывали 3 одинаковых цилиндра из кокосового или лесного ореха. Разжеванную массу высушивали и просеивали через ряд сит с квадратными отверстиями, измеряли количество просеянного и оставшегося непросеянным вещества. Расчетным

способом определяли жевательную эффективность. Методика оказалась сложной и в дальнейшем была модифицирована многими исследователями.

*Проба Гельмана* (1932) представляет собой модифицированную пробу Христиансена. В ней параметр количества жевательных движений (50) был заменен на параметр жевания в течение 50 с; для жевания использовали 5 г миндаля. Разжеванную и просушенную массу просеивали через одно сито с отверстиями диаметром 2,4 мм. Основанием для такой методики послужили исследования большого количества лиц с полноценным жевательным аппаратом, обладающих стопроцентной жевательной эффективностью. Такие лица пережевывали 5 г миндаля в течение 50 с и измельчали пробу так, что разжеванная масса после высушивания полностью свободно проходила через сито. Эффективность жевания при различных нарушениях жевательного процесса по данной методике рассчитывали, исходя из величины непросеянной просушенной массы вещества, принимая 1 г непросеянного миндаля за 20% потери жевательной эффективности. Для исследования детей по данной методике для жевания использовали 2,5 г миндаля.

*Проба Дальберга* (1942). В качестве разжевываемого материала применяли обработанные формалином желатиновые столбики, которые требовалось разжевывать за 40 жевательных движений.

*Проба Ряховского* (1989) явилась развитием и усовершенствованием функциональной пробы Дальберга. В качестве разжевываемого материала использовали два желатиновых цилиндра диаметром 16 мм и высотой 10,5 мм, обработанных формалином. Исследуемый производил 20 жевательных движений, после чего на ситах с отверстиями 14–0,25 мм проводили анализ разжеванного материала. Диаметр отверстий каждого сита отличался от другого на величину 2 мм. При этом учитывали время жевания и интеграл суммарной биоэлектрической активности жевательных мышц с последующим вычислением жевательного эффекта (полезной работы дробления), жевательной способности и жевательной эффективности.

Наиболее физиологичными являются методики определения эффективности жевания с применением естественного тестового материала, разжевывание которого не отличается от обычных условий его употребления и продолжается по времени до акта глотания. Естественный процесс жевания должен заканчиваться формированием пищевого комка с последующим его проглатыванием. Регламентация количества

жевательных движений или времени для пережевывания тестового материала ставит испытуемого перед необходимостью выполнения неадекватной для обычного жевательного процесса задачи с неясным приспособительным результатом. При установке жевать 20–50 раз или 50 с, даже если дано задание как можно лучше разжевывать данный материал, исследуемый испытывает большие трудности, так как адекватный для проглатывания пищевой комок может быть сформирован раньше или позже истечения задаваемых параметров жевания. Это, несомненно, скажется на результате исследования. При установке жевать до глотания исследуемый с помощью привычной, сформированной в процессе жизни функциональной системы формирует адекватный для проглатывания пищевой комок.

*Проба Рубинова* (1951) относится к числу наиболее физиологичных способов определения жевательной эффективности.

В качестве тестового материала используют ядро лесного ореха (фундук) с наиболее часто встречающейся массой 800–1000 мг, которое исследуемому предлагают жевать на определенной стороне до момента появления рефлекса глотания. Разжеванную массу промывают и просеивают через сито с круглыми отверстиями диаметром 2,4 мм. При отсутствии остатка диагностируется 100% жевательная эффективность. При наличии остатка его взвешивают и определяют процентное отношение к первоначальной массе ядра ореха. Эта величина служит показателем потери эффективности жевания.

В качестве тестового материала в данной пробе применяют также сухарь массой 500 мг и мягкий хлеб массой 1 г, равные по объему одному ядру ореха. Исследованиями с применением этой пробы на большом количестве здоровых взрослых и детей установлено, что время пережевывания тестового материала до проглатывания составляет соответственно при жевании ореха 14 и 25 с, сухаря — 11 и 17 с, хлеба — 9 и 13 с.

С учетом функциональной эффективности жевательного аппарата следует вносить поправку в оценку его функциональных возможностей в зависимости от состояния оставшихся зубов. При заболеваниях пародонта и подвижности зубов I или II степени оценка их функциональной ценности снижается на одну четверть или наполовину. При подвижности зуба III степени его ценность приравнивается к нулю. У больных с острыми или обострившимися хроническими периодонтитами оценка функциональной ценности зубов снижается наполовину или приравнивается к нулю.

Кроме того, важно учитывать резервные силы зубочелюстной системы. Для учета резервных сил нефункционирующих зубов отмечают дополнительно дробным числом процент потери жевательной способности на каждой челюсти: в числителе для зубов верхней челюсти, в знаменателе — для зубов нижней челюсти. Примером могут служить две следующие зубные формулы:

$$80004321 \ 12300078$$

$$80004321 \ 12300028$$

и

$$87654321 \ 12345678$$

$$00004321 \ 12300078$$

При первой формуле потеря жевательной способности составляет 52%, но имеются резервные силы в виде нефункционирующих зубов нижней челюсти, которые выражаются при обозначении потери жевательной способности для каждой челюсти как 26/0%.

При второй формуле потеря жевательной способности составляет 59% и нет резервных сил в виде нефункционирующих зубов. Потеря жевательной способности для каждой челюсти в отдельности может быть выражена как 26/30 %. Прогноз восстановления функции при второй формуле менее благоприятный.

К графическим методам изучения функционального состояния жевательного аппарата относится *мастикациография* — запись движений нижней челюсти при жевании. На записи, которая называется мастикациограммой, можно выделить жевательный период, который включает комплекс движений нижней челюсти, связанный с пережевыванием отдельного куска пищи от начала введения его в рот до момента проглатывания. Он состоит из 5 фаз.

1-я фаза — состояние покоя; при этом нижняя челюсть неподвижна, жевательные мышцы находятся в минимальном тонусе и нижний ряд зубов отстоит от верхнего на расстоянии 2–8 мм.

2-я фаза — введение пищи в рот, графически этой фазе соответствует первое восходящее колено кривой, которое начинается от линии покоя. Его крутизна указывает на скорость введения пищи в рот.

3-я фаза — ориентировочное жевание или начальная жевательная функция, она соответствует процессу апробации механических свойств пищи и начальному ее дроблению, начинается с вершины восходящего колена.

4-я фаза — основная или истинная фаза жевания, она характеризуется правильным чередованием жевательных волн, амплитуда и продолжительность которых определяется величиной порции пищи и ее консистенцией.

5-я фаза — формирование пищевого комка имеет вид волнообразной кривой с постепенным уменьшением амплитуды волн. В основной фазе мастикациогамма состоит из следующих друг за другом волнообразных кривых, условно названных жевательными волнами. В жевательной волне различают восходящее и нисходящее колена. Нисходящее колено отражает подъем нижней челюсти, восходящее — ее опускание. Продолжительность жевательной волны может колебаться от 0,5 до 3 с. С точки зрения функциональной значимости различают эффективные и вспомогательные жевательные движения. Эффективные соответствуют нисходящему колену жевательной волны, а вспомогательные — ее восходящему колену.

Характер жевания зависит от консистенции и состава пищи. При жевании мягкого хлеба фаза ориентировочного жевания кратковременна, она имеет низкую амплитуду и медленный ритм жевательных волн. В основную фазу жевания наблюдаются частые и равномерные подъемы и спуски волн, а формирование пищевого комка происходит в один прием. При жевании сухаря характерным для ориентировочной фазы является наличие высокой амплитуды и частого ритма жевательных волн. В начале основной фазы жевательные волны имеют ступенеобразный вид и большую продолжительность. По мере изменения консистенции пищи частота жевательных движений возрастает, а длительность жевательной волны уменьшается. Пищевой комок формируется в несколько приемов. Характер мастикациогаммы может меняться при нарушении целостности зубных рядов, при заболевании зубов и пародонта, при патологии слизистой оболочки рта и языка или фиксирующего аппарата зубов.

Наряду с записью механических движений в оценке функционального состояния жевательного аппарата применяют метод регистрации электрических процессов в жевательных мышцах — *электромиографию*. Запись этих процессов — *электромиограмма*. Регистрируют электрическую активность в зависимости от задач исследования либо от всей мышцы (интегральная электромиография) с помощью электродов диаметром до 8 мм, либо от отдельных двигательных единиц (симуляционная электромиография) с помощью тонких игольчатых электродов, вводимых в жевательную мышцу. Оценивают

форму, продолжительность, частоту потенциалов, их амплитуду. Как правило, проводят сравнительную оценку записей одного и того же пациента, например до лечения и в процессе или после его завершения.

Несмотря на большое разнообразие функциональных методов определения эффективности жевания, проблема эта до сих пор представляется достаточно сложной.

### **Состав и свойства слюны**

В жевании обязательное участие принимает слюна. Она обеспечивает увлажнение, ослизнение и начальную ферментативную (химическую) обработку пищевого комка.

Слюну продуцируют три пары крупных слюнных желез и множество мелких железок языка, слизистой оболочки нёба и щек. Из желез по выводным протокам слюна поступает в полость рта. В зависимости от набора и интенсивности секреции разных glanduloцитов в железах выделяется слюна разного состава. Околоушные и малые железы боковых поверхностей языка, содержащие большое количество серозных клеток, секретируют жидкую слюну с высокой концентрацией хлоридов натрия и калия и высокой активностью амилазы. Секрет поднижнечелюстной железы богат органическими веществами, в том числе муцином, содержит амилазу, но в меньшей концентрации, чем секрет околоушной железы. Секрет подъязычной железы (смешанный) еще более богат муцином, имеет выраженную щелочную реакцию, высокую фосфатазную активность. Секрет слизистых желез, расположенных в корне языка и нёба, особенно вязок из-за высокой концентрации муцина. Здесь же есть и мелкие железы со смешанным секретом.

Из ацинусов крупных желез секрет поступает в систему все укрупняющихся протоков, собирающихся в выводной проток, выходящий в полость рта. К секрету, выделяемому из выводных протоков слюнных желез, примешиваются эпителиальные клетки, частицы пищи, слизь, слюнные тельца (нейтрофильные лейкоциты, иногда лимфоциты), микроорганизмы. Такая слюна, смешанная с различными включениями, называется *ротовой жидкостью*. Состав ротовой жидкости изменяется в зависимости от характера пищи, состояния организма, а также под влиянием факторов внешней среды. Вне приема пищи у человека слюна выделяется для увлажнения полости рта в среднем со скоростью 0,24 мл/мин, при жевании — со скоростью

3–3,5 мл/мин в зависимости от вида пищи. За сутки выделяется 0,5–2,0 л слюны, около трети ее образуется околоушными железами.

Ротовая жидкость, смешанная слюна, представляет собой вязкую, слегка опалесцирующую мутноватую жидкость с относительной плотностью 1,001–1,017, вязкостью 1,10–1,32 пуаза. Смешанная слюна имеет рН 5,8–7,4, рН слюны околоушной железы ниже (5,81), чем поднижнечелюстных (6,39). С увеличением скорости секреции рН слюны повышается до 7,8.

Секрет слюнных желез содержит около 99% воды и 1% сухого остатка, в который входят анионы хлоридов, фосфатов, сульфатов, бикарбонатов, иодидов, бромидов, фторидов. В слюне содержатся катионы натрия, калия, кальция, магния, а также микроэлементы (железо, медь, никель). Органические вещества представлены в основном белками различного происхождения. К ним относятся слизистое вещество муцин, а также некоторые регуляторные пептиды (паротин, фактор роста нервов, инсулиноподобный пептид). Муцин ослизняет пищевой комок, способствуя его проглатыванию, и выполняет защитную функцию, покрывая слизью нежную слизистую оболочку рта и пищевода. Ферменты  $\alpha$ -амилаза,  $\alpha$ -глюкозидаза осуществляют гидролиз углеводов. Роль протеолитических ферментов слюнных желез в пищеварении невелика. Протеиназы (саливаин, glandулин, РНКазы), оказывают дезинфицирующее действие на содержимое полости рта, а мурамидаза (лизоцим) обладает бактерицидным действием. В слюне содержатся азотсодержащие компоненты: мочевины, аммиак, креатинин.

### **Функции слюны**

*Пищеварительная* функция слюны обеспечивает ее участие в процессах пищеварения, слюна осуществляет смачивание, увлажнение, ослизнение пищевого комка, подготавливая его к перевариванию и проглатыванию. В слюне обнаружено свыше 50 ферментов, которые относятся к гидролазам, оксиредуктазам, трансферазам, липазам, изомеразам. В слюне в небольших количествах обнаружены протеазы, пептидазы, кислая и щелочная фосфатазы. В слюне содержится фермент калликреин, который принимает участие в образовании кининов, расширяющих кровеносные сосуды, что способствует увеличению кровотока в слюнных железах при формировании пищевого комка. Несмотря на то что пища в полости рта находится короткое время — около 15 с, пищеварение в полости рта имеет большое значение для

осуществления дальнейших процессов ее расщепления, так как слюна, растворяя пищевые вещества, способствует формированию вкусовых ощущений, влияет на аппетит и отделение желудочного и поджелудочного соков. В полости рта под влиянием ферментов слюны начинается химическая обработка пищи. Фермент слюны амилаза расщепляет полисахариды (крахмал, гликоген) до мальтозы, а второй фермент — мальтаза — расщепляет мальтозу до глюкозы. Содержащиеся в слюне протеиназы, пептидазы, РНКазы, ДНКазы, липазы фиксируются на белковых и липидных структурах пищевых веществ в полости рта и повышают эффективность их гидролиза ферментами в других отделах ЖКТ. Такие взаимодействия имеют важное биологическое значение для деятельности пищеварительного конвейера, характерной особенностью которого является четкая преемственность форм механической и химической обработки пищевых веществ.

*Защитная* функция слюны выражается в следующем:

- слюна защищает слизистую оболочку полости рта от пересыхания, что особенно важно для человека, использующего в качестве средства общения речь;
- белковое вещество слюны муцин способно нейтрализовать кислоты и щелочи;
- фермент лизоцим (мурамидаза) обладает бактериостатическим действием и принимает участие в процессах регенерации эпителия слизистой оболочки полости рта;
- ферменты нуклеазы, содержащиеся в слюне, участвуют в деградации нуклеиновых кислот вирусов и таким образом защищают организм от вирусной инфекции;
- от активности факторов свертывания крови в слюне зависит местный гемостаз, течение процессов воспаления и регенерации слизистой оболочки полости рта;
- обнаруженное в слюне вещество стабилизирует фибрин (подобно фактору XIII плазмы крови);
- обнаруженные в слюне вещества препятствуют свертыванию крови (антитромбинопластины и антитромбины), обладают фибринолитической активностью (плазминоген и др.);
- содержание в слюне большого количества секреторного IgA защищает организм от патогенной микрофлоры;
- выделение большого количества водянистой слюны в ответ на раздражение рецепторов слизистой рта механическими (пыль, песок) и химическими (соли, кислоты) раздражителями обес-

- печивает быстрое очищение полости рта (отмывная слюна);
- факторы роста нервов, эпидермального роста слюны способствуют быстрому заживлению ран, регенерации эпителия при язвенном поражении слизистой;
- эритропоэтины слюны способствуют образованию и созреванию эритроцитов;
- паротин слюны стимулирует гемопоэз, сперматогенез, влияет на проницаемость саливарного и гистогематического барьеров.

*Трофическая* функция слюны. Слюна является биологической средой, которая контактирует с эмалью зуба и является для нее основным источником кальция, фосфора, цинка и других микроэлементов.

*Выделительная* функция слюны заключается в том, что в ее составе могут выделяться продукты обмена — мочевины, мочевиная кислота, некоторые лекарственные вещества, а также соли свинца, ртути и др.

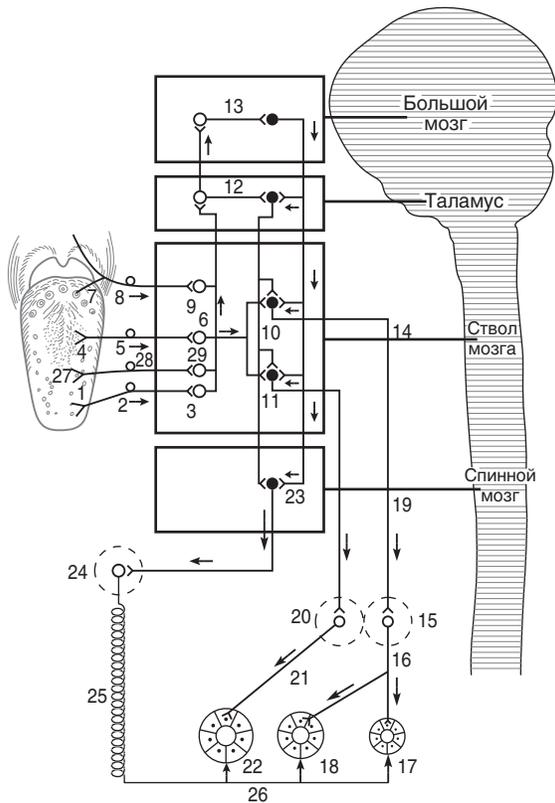
### **Регуляция деятельности слюнных желез**

Слюноотделение осуществляется по рефлекторному механизму. Различают условно-рефлекторное и безусловно-рефлекторное слюноотделение.

Условно-рефлекторное слюноотделение вызывают вид, запах пищи, звуковые раздражители, связанные с приготовлением пищи, а также обсуждение пищи и воспоминание о ней. При этом возбуждаются зрительные, слуховые, обонятельные рецепторы. Нервные импульсы от них поступают в корковый отдел соответствующей сенсорной системы, а затем в корковое представительство центра слюноотделения. От него возбуждение идет к бульбарному отделу центра слюноотделения, эфферентные команды которого поступают к слюнным железам.

Безусловно-рефлекторное слюноотделение происходит при поступлении пищи в ротовую полость. Пища раздражает рецепторы слизистой оболочки. Нервные импульсы по афферентным путям поступают в центр слюноотделения, который находится в продолговатом мозгу и состоит из верхнего и нижнего слюноотделительных ядер (рис. 2.15).

Эфферентный путь слюноотделения представлен волокнами парасимпатического и симпатического отделов автономной нервной системы. Парасимпатическая иннервация слюнных желез осуществляется отростками клеток слюноотделительных ядер, проходящих в составе языкоглоточного и лицевого нервов.



**Рис. 2.15.** Рефлекторная дуга слюноотделительного рефлекса (схема):

1 — барабанная струна; 2 — узел коленца; 3 — ядро лицевого нерва (VII пара); 4 — языкоглоточный нерв; 5 — нижний узел языкоглоточного нерва; 6 — ядро языкоглоточного нерва (IX пара); 7 — верхний гортанный нерв; 8 — нижний узел блуждающего нерва; 9 — ядро блуждающего нерва (X пара); 10 — верхнее слюноотделительное ядро; 11 — нижнее слюноотделительное ядро; 12 — таламус; 13 — предцентральная извилина; 14 — барабанная струна; 15 — нижнечелюстной узел; 16 — язычный нерв; 17 — поднижнечелюстная слюнная железа; 18 — подъязычная слюнная железа; 19 — нижний каменный нерв; 20 — ушной узел; 21 — ушно-височный нерв; 22 — околоушная слюнная железа; 23 — боковые рога ThII — V спинного мозга; 24 — верхний шейный узел; 25 — наружное сонное сплетение; 26 — симпатическая иннервация слюнных желез; 27 — язычный нерв; 28 — ганглий тройничного нерва; 29 — ядро тройничного нерва

От верхнего слюноотделительного ядра возбуждение направляется к поднижнечелюстной и подъязычной железам. Преганглионарные волокна идут в составе барабанной струны до подчелюстного и подъязычного вегетативных ганглиев. Здесь возбуждение переключается на постганглионарные волокна, которые идут в составе язычного нерва к поднижнечелюстной и подъязычной слюнным железам.

От нижнего слюноотделительного ядра возбуждение передается по преганглионарным волокнам в составе малого каменистого нерва до ушного ганглия, здесь возбуждение переключается на постганглионарные волокна, которые в составе ушно-височного нерва подходят к околоушной слюнной железе.

Симпатическая иннервация слюнных желез осуществляется симпатическими нервными волокнами, которые начинаются от клеток боковых рогов спинного мозга на уровне 2–6 грудных сегментов. Переключение возбуждения с пре- на постганглионарные волокна осуществляется в верхнем шейном симпатическом узле, от которого постганглионарные волокна по ходу кровеносных сосудов достигают слюнных желез.

Раздражение парасимпатических волокон, иннервирующих слюнные железы, приводит к отделению большого количества жидкой слюны, которая содержит много солей и мало органических веществ. Раздражение симпатических волокон вызывает отделение небольшого количества густой, вязкой слюны, которая содержит мало солей и много органических веществ.

Большое значение в регуляции слюноотделения имеют гуморальные факторы, к которым относятся гормоны гипофиза, надпочечников, щитовидной и поджелудочной желез, а также продукты метаболизма.

Отделение слюны происходит в точном соответствии с качеством и количеством принимаемых пищевых веществ. Например, при приеме воды слюна почти не отделяется. При поступлении в полость рта вредных веществ происходит отделение большого количества жидкой слюны, которая отмывает полость рта от этих вредных веществ. Приспособительный характер слюноотделения определяется информацией, поступающей от рецепторов полости рта, на основе которой сформируются центральные механизмы регуляции деятельности слюнных желез. Эта регуляция обеспечивает вовлечение в ответную деятельность определенное количество морфофункциональных модулей слюнных желез.

Каждая крупная слюнная железа в составе разных ацинусов содержит glanduloциты, продуцирующие отличающийся по составу секрет. Этот секрет депонируется в микрорезервуарах, отделенных от протоков клапанным и сфинктерным аппаратом. Ацинус с протоком, микрорезервуаром и сфинктером составляют морфофункциональный модуль слюнной железы (Г.Ф. Коротько, 2002).

При поступлении пищи glanduloциты в каждой из желез возбуждаются в разном соотношении, определяемом качеством и количеством пищи. При этом в процессе выделения слюны в полости рта принимают участие и моторные элементы секреторного и протокового аппаратов слюнных желез — миоэпителиальные клетки, клапаны, микрорезервуары и сфинктеры. Они способствуют, препятствуют или ограничивают выведение секрета в полость рта. При этом состав слюны зависит от доли участия разных модулей в саливации каждой из желез.

Подтверждением участия морфофункциональных модулей в деятельности слюнных желез являются факты струйного выведения слюны из их протоков, наблюдаемые при осмотре полости рта и манипуляциях на зубах.

Парасимпатическая денервация слюнных желез вызывает их гиперсекрецию. Это так называемая паралитическая секреция имеет максимум на 7–8-й день после операции.

Избыточное слюноотделение — гиперсаливация (сиалорея, птиализм) — сопровождает многие патологические состояния.

Снижение секреции слюнных желез — гипосаливация (гипосиалия) — может вызывать многие нарушения, способствовать развитию микрофлоры в полости рта и быть причиной скверного запаха изо рта (галитоза). Длительное снижение слюноотделения может быть причиной трофических нарушений слизистой оболочки рта, десен, зубов.

### **Функциональный элемент слюнных желез**

Рабочая часть функционального элемента слюнной железы представлена специфическими клетками — glanduloцитами, выполняющими основную функцию слюнных желез и сосредоточенными в концевых секреторных отделах. Секреторные отделы слюнных желез по строению и характеру отделяемого секрета делятся на три вида: *белковые (серозные), слизистые и смешанные (белково-слизистые)*.

**Белковые железы** выделяют жидкий секрет, богатый ферментами, а слизистые — более густой секрет с большим содержанием муцина. По механизму выделения секрета все слюнные железы относятся

к мерокринным, в которых выделение секрета не сопровождается разрушением клетки или отрывом части цитоплазмы. В мерокринных железах образование секрета идет параллельно его выделению.

**Околоушная слюнная железа** — альвеолярная разветвленная белковая железа. Ее секреторные отделы представлены системой ацинусов, выделяющих серозный (белковый) секрет, не содержащий муцина. Концевые (секреторные) отделы состоят из секреторных серозных, эпителиальных и миоэпителиальных клеток. В апикальных частях секреторных клеток содержатся секреторные гранулы. Размеры секреторных клеток претерпевают значительные изменения: они увеличиваются в фазе накопления секрета и уменьшаются после его выделения. В концевых секреторных отделах большое значение имеет второй слой миоэпителиальных клеток. Миоэпителиальные клетки участвуют в удалении секрета: сокращаясь, они способствуют выделению секрета из концевых отделов слюнной железы и поступлению его в протоки.

**Поднижнечелюстная железа** — альвеолярная, а в некоторых отделах — альвеолярно-трубчатая разветвленная железа. Ее концевые отделы представлены белковыми и смешанными типами, состоящими из белковых и слизистых glanduloцитов. Белковые клетки в виде полулуния или колпачка окружают слизистые клетки, что является характерной структурной особенностью смешанных желез. Снаружи от полулуний расположены миоэпителиальные клетки.

**Подъязычная слюнная железа** имеет сложное альвеолярно-трубчатое разветвленное строение, выделяет смешанный белково-слизистый секрет. Концевые секреторные отделы подъязычной слюнной железы представлены тремя типами: белковыми, слизистыми и смешанными, из которых доминируют смешанные, состоящие из слизистых glanduloцитов и белковых полулуний. Во всех трех типах концевых отделов подъязычной слюнной железы наружный слой образован миоэпителиальными клетками.

От концевых секреторных отделов слюнных желез начинаются выводные (вставочные) протоки. Внутридольковые и междольковые выводные протоки во всех крупных слюнных железах заканчиваются общими выводными протоками для каждой железы. Клетки выводных протоков также являются рабочими элементами, поскольку их функция связана со слюнообразованием.

**Соединительная ткань** — важный компонент функционального элемента слюнной железы. Ее клетки создают условия для выполнения специфическими клетками основных функций дан-

ной железы. В слюнных железах прослойки соединительной ткани находятся между дольками железы, они же окружают выводные протоки. Соединительнотканые клетки являются специализированным трофическим аппаратом функционального элемента. Коллаген и эластин, продуцируемые клетками рыхлой соединительной ткани, создают форму, скелет железы, ее объем. Базофилы (тучные клетки, лаброциты), плазматические клетки, располагаясь вокруг микрососудов, синтезируют биологически активные вещества, иммуноглобулины, необходимые для регуляции регионарных трофических и метаболических процессов. Поступая в кровь, эти вещества могут включаться в регуляцию системной деятельности организма.

**Микроциркуляторный компонент** функционального элемента слюнной железы. Слюнные железы, как и все пищеварительные железы, обильно снабжены кровеносными сосудами. Из них в секреторные клетки ацинусов поступают неорганические вещества, вода, низкомолекулярные органические соединения (аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты и др.). Прежде чем эти вещества поступят в секреторную клетку, они проходят ряд барьеров, расположенных между просветом капилляров и цитоплазмой секреторной клетки. Транспорт вещества через мембрану — процесс активный, требующий энергетических затрат.

**Отделом притока** на микроциркуляторном уровне являются артериолы диаметром 0,2–1,5 мм, которые входят в паренхиму железы вместе с внутридольковым протоком и венулой. Около концевых отделов артериола, распадаясь на капилляры, образует мелкопетлистую сеть. Венулы служат **отделом оттока**, имеют сфинктеры и обеспечивают секреторную функцию желез. Этому способствует и большое количество артериоловенулярных анастомозов. Закрытие сфинктеров и артериоловенулярных анастомозов приводит к увеличению давления в капиллярах железы, что обеспечивает выход из них веществ, используемых секреторными клетками для образования секрета. **Лимфатические сосуды** функционального элемента слюнной железы вместе с микроциркуляторной единицей играют важную роль в осуществлении тканевого гомеостаза. Начальные отводящие пути лимфатической системы представлены лимфатическими капиллярами, оплетающими мелкие дольки слюнных желез. Среди ацинарных отделов лимфатических сосудов нет, поскольку они локализируются в соединительнотканых прослойках первичных долек желез.

Здесь внутريدольковые лимфатические капилляры соединяются в междольковые в области ворот железистых долек и направляются к периферии вместе с кровеносными сосудами. Лимфатические сосуды поднижнечелюстных и подъязычных слюнных желез несут лимфу в ближайшие подчелюстные лимфатические узлы, а лимфатические сосуды околоушных слюнных желез впадают в околоушные лимфатические узлы.

*Нервный компонент* функционального элемента слюнной железы представлен секреторными симпатическими и парасимпатическими нервами, при раздражении которых отделяется слюна, различающаяся и по количеству, и по составу. Внутри желез аксоны различного происхождения расположены в виде пучков. Нервные волокна, идущие в строме желез вместе с сосудами, направляются к гладкомышечным клеткам артериол, секреторным и миоэпителиальным клеткам концевых отделов и клеткам вставочных и исчерченных протоков. Аксоны, теряя миелиновую оболочку, проникают сквозь базальную мембрану и располагаются между секреторными клетками концевых отделов, заканчиваясь терминальными расширениями, содержащими везикулы и митохондрии. Часть аксонов не проникает сквозь базальную мембрану, образуя расширения вблизи секреторных клеток. Волокна, иннервирующие протоки, расположены вне эпителия. Кровеносные сосуды иннервируются симпатическими и парасимпатическими нервными волокнами. Обнаружены также афферентные волокна, которых особенно много вокруг крупных протоков. Их окончания проникают через базальную мембрану и распределяются между эпителиальными клетками. Безмиелиновые и тонкие миелиновые волокна, расположенные вокруг концевых отделов кровеносных сосудов и выводных протоков, реагируют на повреждающие воздействия.

### **Всасывающая способность слизистой оболочки рта**

К пищеварительным функциям полости рта относятся и процессы всасывания. Всасывание обусловлено наличием постоянно увлажненного эпителия и близко расположенными к поверхности слизистой оболочки кровеносными сосудами. Всасывающая способность слизистой оболочки неодинакова в различных ее участках для разных веществ. Она проницаема для йода, натрия, калия, некоторых аминокислот, карбонатов, алкоголя, антибиотиков, валидола, глицерина. Это свойство используют в клинической практике для введения лекарственных веществ в организм (таблетка под язык).

При этом необходимо учитывать, что нормальная слизистая оболочка всасывает лекарственные вещества быстрее, чем патологически измененная. Степень проницаемости слизистой оболочки можно изменять, воздействуя на нее дубящими препаратами.

### **Другие компоненты жевания**

Большое значение в формировании пищевого комка имеют процессы кровообращения и дыхания, происходящие в полости рта. В зависимости от природы пищевых веществ, их консистенции и температуры наблюдаются сосудистые реакции, приводящие к изменению объема кровотока в сосудах тканей и органов полости рта. Так, при поступлении холодной и горячей пищи сосуды полости рта расширяются, в результате чего холодная пища согревается, а горячая охлаждается.

При поступлении твердой пищи расширение сосудов полости рта приводит к увеличению кровотока, что вызывает усиление секреции желез, расположенных в слизистой полости рта. Термо- и механовоздействия с рецепторов полости рта рефлекторным путем изменяют кровообращение в слюнных железах, что приводит к увеличению выработки ими слюны с различным содержанием муцинов, воды и электролитов, лизоцима, ферментов.

Ротовое дыхание во время жевания способствует охлаждению горячей пищи в полости рта путем продувания воздуха над ней.

В некоторых случаях при формировании пищевого комка прибегают к сознательной поведенческой деятельности, которая выражается в запивании пищи водой и соками, перемещении в полости рта с помощью пальцев или инструментов пищевой массы, прижатия нижней челюсти рукой. Известно, что пожилые люди при частичной адентии для откусывания пищи подключают деятельность мышц руки: например, яблоко зажимают в руке и нанизывают на оставшиеся зубы нижней челюсти, чем достигают отделения определенной его части для дальнейшего пережевывания.

## **2.5. КОММУНИКАТИВНАЯ ФУНКЦИЯ**

Деятельность зубочелюстной системы в формировании мимики и речи, обеспечивающих общение (коммуникацию), получила название коммуникативной функции.

### Мимика

**Мимика** (от греч. *mimos* — подражание, изменение облика) — способность человека выражать чувства, мысли, психоэмоциональные состояния движением мышц лица.

Выражение лица, обусловленное мимической деятельностью, отражающей то или иное психоэмоциональное состояние, называется *экспрессией*.

В мимических реакциях различают произвольные и непроизвольные (приобретенные и врожденные) компоненты. Непроизвольные компоненты мимики связывают с положением глаз и бровей, произвольные — с положением рта, губ, щек. Известен афоризм: глаза отражают врожденные качества, губы — то, каким человек стал.

Однако разделение качества мимики по анатомическим областям лица не является вполне корректным, так как лицо реагирует как целое и проведение на нем границ является условным. В научной литературе для описания структуры мимики допускается деление лица на верхний и нижний отделы. В нижней части лица *рот* как компонент мимического ансамбля по своей выразительности занимает главное место. Он является общепризнанным экспрессивным центром лица. С его конфигурацией, положением челюстей, напряжением губ связаны выражения чувств и черт характера. При изучении различных выражений лица внимание психолога и врача прежде всего привлекает состояние тонуса мышц рта. Считается, что люди с плотно сомкнутыми губами, с поднятой вверх нижней губой обязательно обладают волевым характером, такими его чертами, как настойчивость, решительность, смелость.

Жевательные мышцы, от которых зависит плотное смыкание челюстей, активно участвуют в формировании мимики. Это проявляется в жесткой фиксации рта, в движениях собственно жевательной мышцы, когда под кожей ниже скулового выступа образуются выпуклости (желваки). Судороги жевательных мышц при столбняке трагически искажают лицо больного («столбнячное» лицо). Ослабление тонуса жевательных мышц сопровождается отвисанием нижней челюсти, непроизвольным открыванием рта. Такой признак характерен для пациентов с нарушенной психикой. Азартная увлеченность каким-то зрелищем у некоторых людей ведет к торможению волевых импульсов, происходит расслабление мышц, полуоткрытие рта.

На мимический статус рта влияет состояние *зубов*: их наличие или отсутствие, расположение, цвет, форма прикуса, степень прикрытия зубов губами.

Большую роль играет рисунок *губ*: тонкие или толстые, симметричные или нет. От формы губ зависит форма ротовой щели. Губы являются очень подвижной формацией, их рисунок непрерывно варьирует. Они приводятся в движение во время разговора, участвуют в формировании каждой мимической картины. Естественно, что подвижность губ возникает вследствие сокращения мышц, которые прикрепляются к коже губ или вплетаются в их подслизистый слой.

Ведущая роль в реализации мимического ответа принадлежит лицевым нервам с их ядрами, расположенными в продолговатом мозге. Именно к этим ядрам конвергируют возбуждения от всех образований ЦНС, участвующих в осуществлении мимического ответа. Близость расположения тригеминального комплекса ядер с ядрами лицевого нерва в продолговатом мозге объясняет зависимость экспрессии лица от возбуждений в системе тройничного нерва.

Со стороны коры большого мозга мимические мышцы контролируются не полностью. Это проявляется в том, что независимо от сознания человека подкорковые возбуждения обуславливают сокращение мимических мышц, особенно в стрессовых ситуациях. Доказательством является более ранний эффект мобилизации мимики ориентировочного рефлекса по сравнению с его осознанием и торможением составляющих.

О зависимости мимики от активности различных образований ЦНС свидетельствуют клинические наблюдения при поражении различных образований головного мозга, а также экспериментальные данные о последствиях раздражения и разрушения структур мозга. Мимика как отражение психоэмоционального состояния человека является обязательным компонентом коммуникативной функции органов зубочелюстной системы.

Наивысшее развитие коммуникативная функция получила с появлением речи.

## Речь

**Речь** — это специфическая форма деятельности, обеспечивающая общение между людьми.

Выделяют два основных вида речи: импрессивную и экспрессивную.

**Импрессивная речь** — деятельность, направленная на понимание речи. Такая речь представляет собой высшую психическую функцию. Она включает несколько этапов:

- первичное восприятие речевого сообщения;

- декодирование сообщения;
- анализ звукового состава речи;
- соотнесение сообщения с определенными семантическими категориями прошлого опыта или собственным пониманием устного сообщения.

*Экспрессивная речь* — деятельность, направленная на производство речи, т.е. на формирование устной активной речи, которая начинается с мотива и замысла высказывания, проходит стадию внутренней речи, когда идея высказывания кодируется в речевой схеме, а затем происходит перевод внутренних речевых единиц во внешние и осуществляется процесс высказывания.

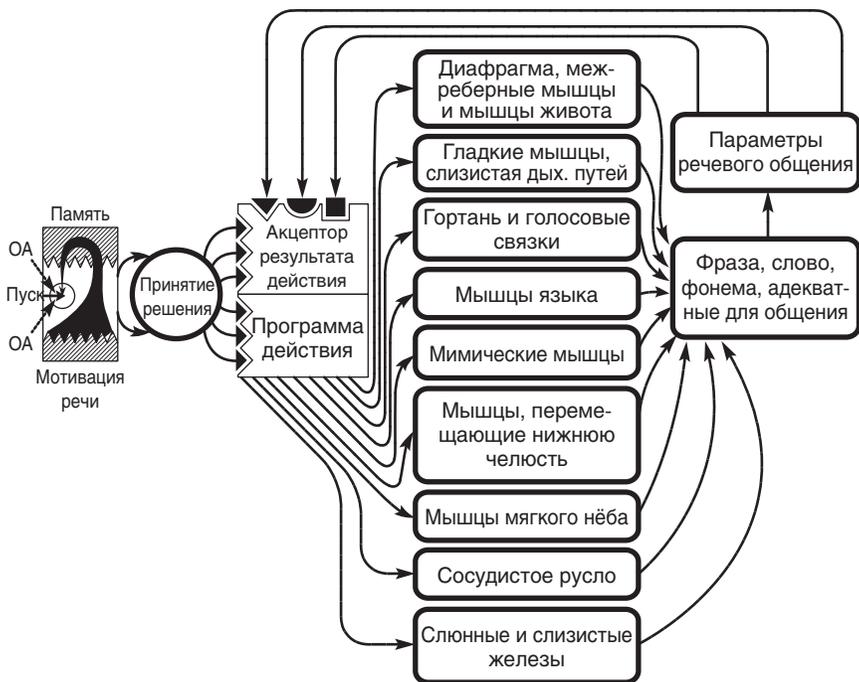
Оба вида речевой деятельности неразрывно связаны между собой.

Речевая деятельность, как и любое целенаправленное поведение человека, осуществляется сложно организованной функциональной системой, объединяющей большое количество центральных и периферических структур, а также механизмов их регуляции (рис. 2.16).

Звуковые сигналы, создающие *звуковую речь*, обладают двумя независимыми переменными параметрами. Один из них передает информацию о *голосе* и его составляющих — высоте, силе, тембре. Другой содержит информацию о *фонемном составе* звуковых сигналов, т.е. создает характеристику гласного звука в слоге. Оба эти параметра обеспечиваются двумя различными механизмами. Первый контролирует высоту звука и называется *фонацией*. Он локализован в гортани, его физической основой является колебание голосовых связок.

Второй механизм, определяющий фонемную структуру звука, получил название *артикуляции*. Он формируется в так называемом голосовом тракте, который охватывает глоточную, носовую и ротовую полости и сильно варьирует по форме. Его конфигурация может существенно меняться за счет изменения объема полости глотки, носоглотки и особенно полости рта. Изменение объема полости рта обусловлено положением языка и нижней челюсти и обеспечивается мускулатурой нёба, жевательными мышцами и мышцами языка. *Язык* может занять во рту практически любое положение и, например, разделить полость рта на две части. Физической основой механизма артикуляции является резонанс полых пространств челюстно-лицевой области.

Подтверждением наличия двух механизмов формирования речи является шепотная речь, при которой нет звукового тона (голоса),

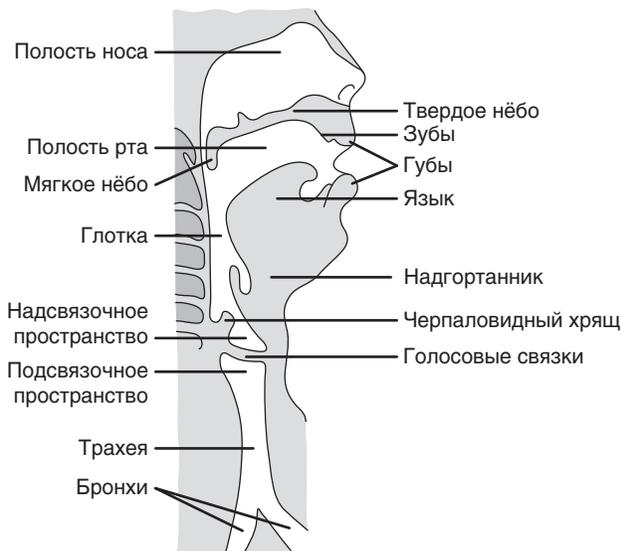


**Рис. 2.16.** Функциональная система формирования фразы, слова, фонемы (по М.М. Костюшину). OA — обстановочная афферентация

т.е. отсутствует фонация. Шепотная речь обеспечивается только механизмом артикуляции.

Шепотная речь формируется без участия голосовых связок, т.е. состоит исключительно из шумовых звуков. Для произношения шепотом тех или иных гласных и согласных звуков в голосовом тракте в результате артикуляции создается положение, характерное для этих звуков при обычном громком произношении. Проходящий через голосовой тракт воздух формирует «шепотный голос». Поскольку звуковая речь формируется обычно на выдохе, а выдох происходит, как правило, через рот, то в создании речи большую роль играют зубы, губы и другие органы челюстно-лицевой области (рис. 2.17).

Шумовые компоненты согласных имеют различное происхождение. Одни из них возникают вследствие трения (фрикции) струи воздуха при прохождении через суженный участок ротовой



**Рис. 2.17.** Структура голосообразующего аппарата человека

полости — *фрикативные согласные*. К ним относятся звуки, производимые прохождением струи воздуха через щель, образованную сомкнутыми губами (В, Ф), зубами (С, Ц), или образованную приближением языка к верхним зубам (Д, Т), к твердому (З, Ж, Ч, Ш) и мягкому (Г, К) нёбу. Другие создаются путем отрывистого замыкания закрытой ротовой полости — *взрывные согласные*. К взрывным согласным относятся звуки, образующиеся при отрывистом размыкании губ (Б, П).

Теоретический и практический интерес для стоматологической практики представляет влияние аномальной зубочелюстной системы на характер произношения отдельных звуков речи. Правильным называют такое произношение, которое в точности соответствует звучанию родного языка. Оно осваивается как средство общения в раннем детском возрасте путем подражания произношению окружающих. Различные условия развития ребенка, а также наступившие в более позднем возрасте изменения формы и функции речевого аппарата, в том числе и его периферической части — полости рта и ее органов, часто служат причиной извращенного звучания отдельных звуков речи. Они могут звучать искаженно, замещаться другими

звуками или вовсе отсутствовать. Такое произношение называется *косноязычным*.

В медицинском аспекте представляет интерес изучение нарушений речеобразовательной деятельности, что в логопедии обозначают термином *дислалии*. Дислалии могут возникать в результате повреждений органов полости рта и отсутствия зубов и при наличии зубных протезов.

Дислалии в зависимости от локализации анатомической аномалии разделяют на палатинальные, лингвальные, дентальные, лабиальные. Так, *палатолалии* связывают с патологией твердого и мягкого нёба (новообразования, расщелины), *глоссолалии* — с аномалией строения и нарушением функции языка; *дентолалии* — с нарушением формы зубов и их расположения в альвеолярных дугах, частичной адентией. Дислалии, развивающиеся при поражении органов полости рта, участвующих в формировании переднеязычных согласных (С, З, Ц, Ш, Щ, Ч), получили название *сигматизма*. Так, нарушение целостности зубных рядов, особенно рецезовой группы, приводит к изменению и затруднению в формировании зубных звуков (Д, Т, С, Ц). При этом могут наблюдаться шепелявость, присвист. Патологические изменения языка приводят к затруднению воспроизводства фрикативных звуков (З, Ч, Ж, Ш, Щ). Нарушения в области губ осложняют производство взрывных (Б, П) и фрикативных звуков (В, Ф).

На результат фонации большое влияние оказывает измененный прикус. Особенно это проявляется при открытом, перекрестном прикусах, прогнатии и прогении.

Дефектному произношению гласных звуков могут способствовать следующие аномалии и патологические состояния речевого аппарата:

- для звуков *А, Е* — контрактуры височно-челюстных суставов и жевательных мышц, препятствующие достаточному раскрытию рта; нарушения свободы движений средней части языка;
- для звуков *О, У* — ограничения движений губ, средней и задней частей языка;
- для звуков *И, Ы* — ограничения движений средней и задней частей языка вверх и назад.

Дефектному произношению согласных звуков способствуют следующие аномалии и патологические состояния:

- для звуков *Л, Б, М* — глубокий прикус, прогнатия, толстые губы, укороченная верхняя губа, нарушение подвижности губ, щек, углов рта, искривление носовой перегородки;

- для звуков *Ф, В* — сужение челюстей в сочетании с глубоким прикусом и прогнатией, открытый прикус, редкие верхние зубы и неправильное их положение, нарушение подвижности губ и сокращения подбородочной мышцы;
- для звуков *Т, Д, Н* — открытый прикус, нарушения подвижности языка вверх, особенно его кончика, длинный и узкий язык, искривление носовой перегородки;
- для звуков *С, З, Ц* — открытый прикус, диастемы, прогнатия, прогения, боковой прикус, аномалии количества и формы зубов, плоский нёбный свод, затрудненная подвижность губ, затрудненное движение кончика языка вперед и вверх, макроглоссия;
- для звуков *Ш, Ж, Ч* — открытый прикус, прогнатия, язычный наклон зубов, прогения, глубокий прикус, ограничения подвижности языка, губ, подбородочной мышцы, макроглоссия;
- для звука *Л* — глубокий прикус при широком плоском нёбе, открытый прикус, при крутом высоком узком нёбе, массивном языке и короткой уздечке звук *Л* звучит как звук *В*;
- для звука *Р* — сужение челюстей, прогнатия, глубокий прикус, узкое высокое нёбо, низкое плоское нёбо, высокое широкое нёбо при относительно узком языке, высокое узкое нёбо при массивном языке, нарушения подвижности кончика и края языка, малый язык;
- для звуков *Г, К, Х, И* — прогнатия с глубоким прикусом, открытый прикус, резко приподнятый участок твердого нёба на границе с мягким нёбом, нарушения подвижности средней части языка при его экскурсиях вверх и к нёбу, нарушения подвижности корня языка.

Дефекты речи могут быть также обусловлены нарушением функции слюнных желез (сухость во рту), жевательной мускулатуры (контрактура мышц и паралич двигательных нервов), ВНЧС (контрактура нижней челюсти).

Знание и учет основных данных о механизмах речевых артикуляций в норме, а также нарушающих произношение аномалиях зубочелюстной системы необходимы стоматологу-ортопеду для построения фонетически оптимальных конструкций протезов, а ортодонтам — для соответствующей коррекции зубных рядов с помощью аппаратов. При всем разнообразии артикуляции согласных язычные звуки преобладают над губными. Среди язычных звуков наибольшее их разнообразие образуется в результате действий переднесредней части

спинки языка в области твердого нёба — именно той области, которая подвергается активному вмешательству стоматолога-ортопеда при съемном протезировании. Лечение с помощью съемных протезов, особенно при обширных вторичных адентиях или полном отсутствии зубов, приводит к изменению артикуляционных соотношений в полости рта. Это сказывается и на резонирующей функции голосового аппарата и, следовательно, на речеобразовании. Завышение прикуса при протезировании, неправильная постановка искусственных зубов и даже хорошо изготовленный протез на первых этапах адаптации приводят к затруднению словообразования. Часто у больных со съемными протезами проявляются те или иные признаки дислалий (нарушений звукопроизношения при нормальном слухе и сохранной иннервации артикуляционного аппарата), которые выражаются в затруднении звукообразования фонем, дополнительном пришептывании, шепелявости, присвистывании.

Таким образом, врач-стоматолог, опираясь на знание закономерностей образования функциональной системы речевой деятельности и ее компонентов, должен восстанавливать или предупреждать нарушения речевой функции, определяя причины дислалий, прогнозируя их появление после стоматологического лечения, особенно протезирования несъемными и съемными конструкциями зубных протезов. Это особенно важно учитывать при оказании ортопедической стоматологической помощи людям, активно использующим в трудовом процессе речь: артистам, певцам, лекторам, дикторам и педагогам.