

Биохимия жидкостей полости рта

Слюна представляет собой комплекс жидкостей, продуцируемых множеством специализированных желез, открывающихся в полость рта.

Следует различать слюну и ротовую жидкость.

***Слюна* – это секрет, полученный непосредственно из протоков слюнных желез.**

Продукты секреции слюнных и слизистых желез в

совокупности с клетками слущенного эпителия, лейкоцитами, микроорганизмами, остатками пищи, а также десневой жидкостью образуют *ротовую жидкость*.



СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Различают три пары больших слюнных желез: околоушные, поднижнечелюстные и подъязычные и малые слюнные железы — щечные, губные, язычные, твердого и мягкого неба. Большие слюнные железы представляют собой дольчатые образования, легко пальпируемые со стороны полости рта.

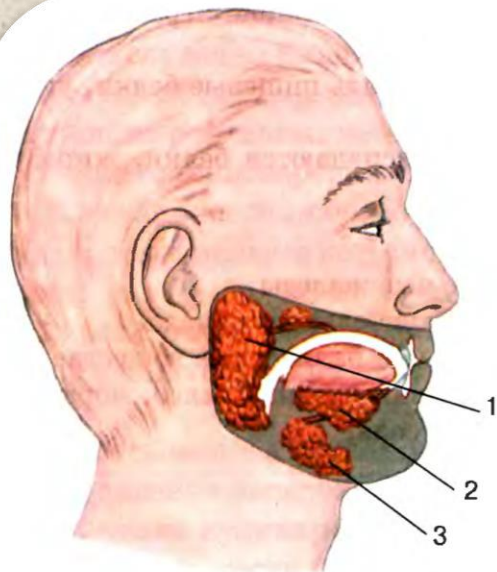
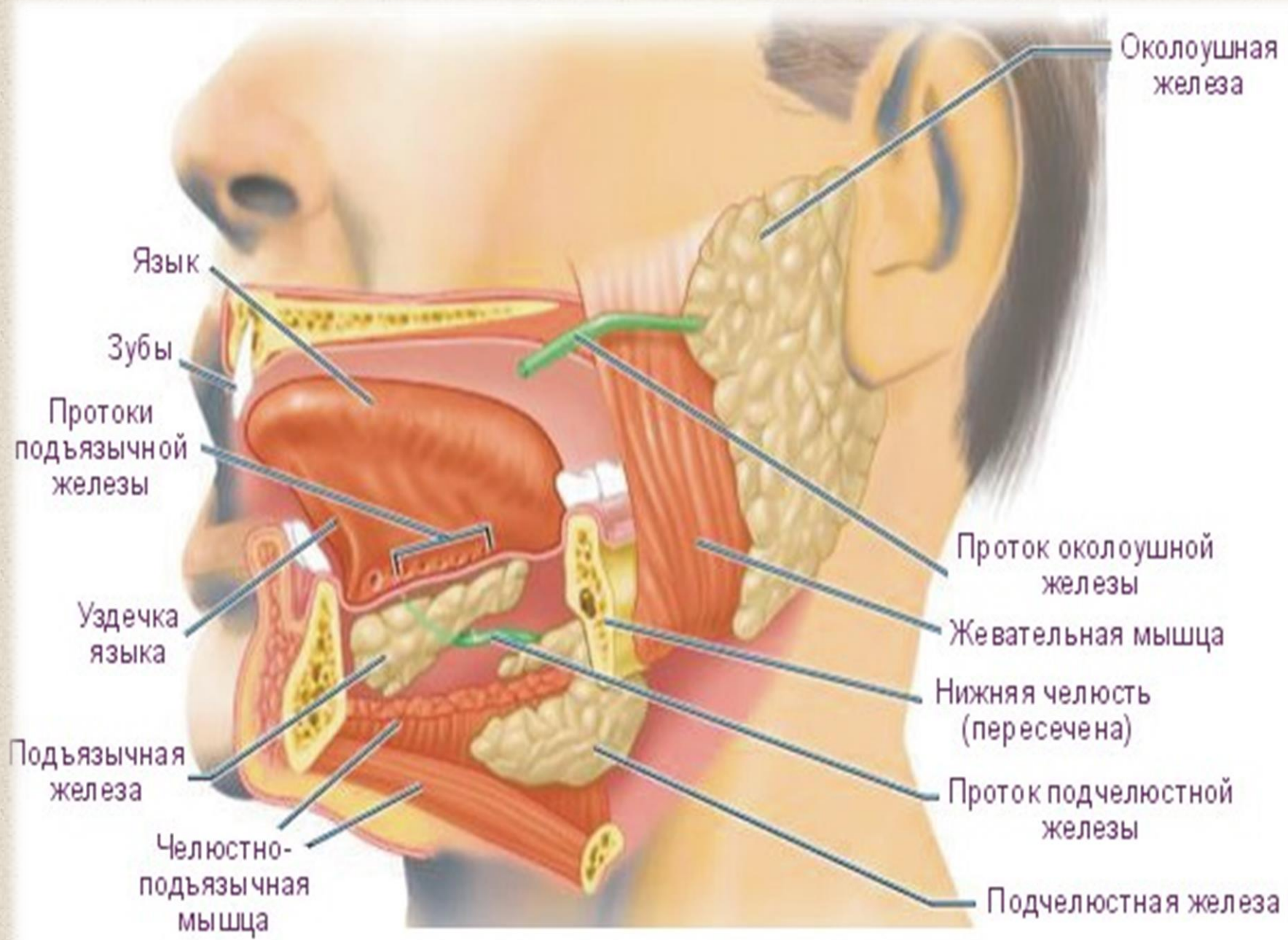


Рис. 72. Слюнные железы:
1 — околоушная;
2 — подъязычная;
3 — поднижнечелюстная

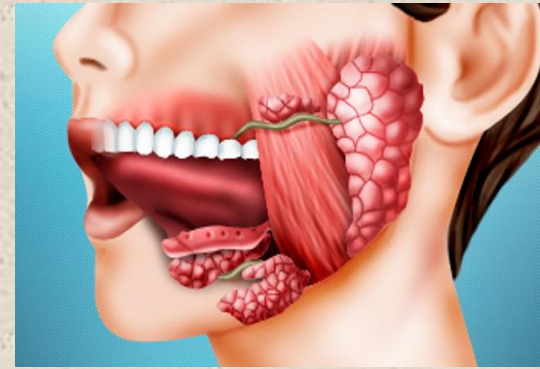
Малые слюнные железы диаметром 1—5 мм располагаются группами. Наибольшее их количество — в подслизистой основе губ, твердого и мягкого неба.



ОКОЛОУШНАЯ СЛЮННАЯ ЖЕЛЕЗА

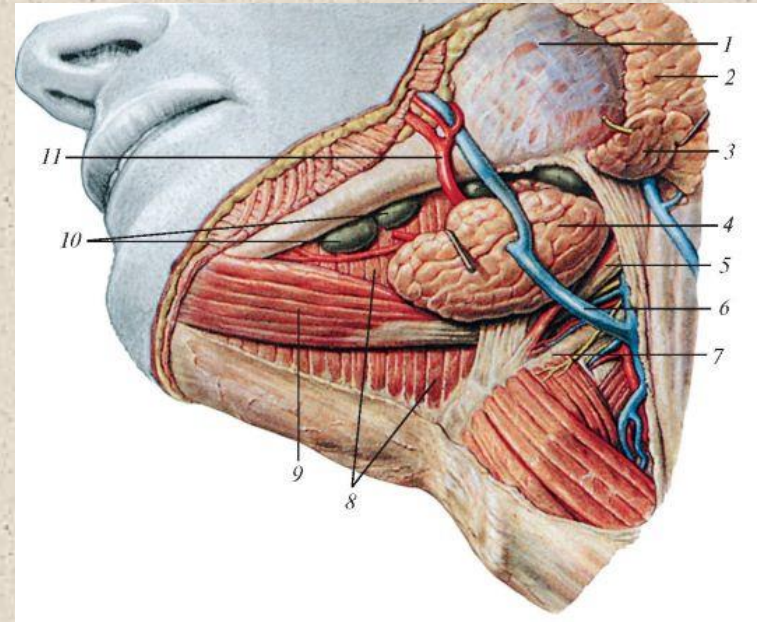
Самые большие слюнные железы. Выводной проток каждой из них открывается в преддверии полости рта и имеет клапаны и терминальные сифоны, регулирующие выведение слюны. Они выделяют в полость рта серозный секрет. Его количество зависит от состояния организма, вида и запаха пищи, характера раздражения рецепторов полости рта. Клетки околоушной железы также выводят из организма различные лекарственные вещества, токсины и др. В настоящее время установлено, что

околоушные слюнные железы являются железами внутренней секреции (паратин влияет на минеральный и белковый обмен). Иннервация околоушных слюнных желез осуществляется за счет чувствительных, симпатических и парасимпатических нервов. Через околоушную слюнную железу проходит лицевой нерв.



ПОДНИЖНЕЧЕЛЮСТНАЯ ЖЕЛЕЗА

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



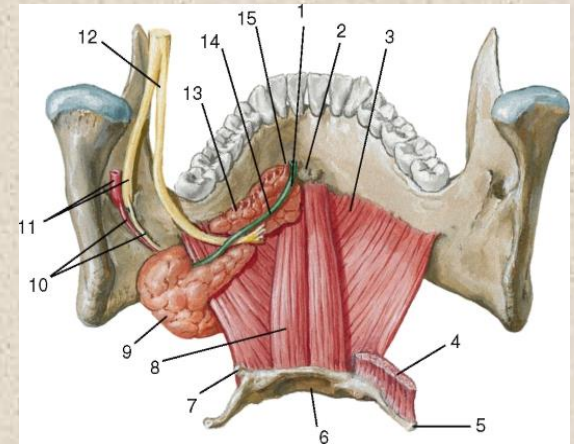
ПОДЪЯЗЫЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

Является смешанной и выделяет серозно-слизистый секрет. Выводной проток открывается на подъязычном сосочке.

МАЛЫЕ СЛЮННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

щечные, губные, язычные, твердого и мягкого неба.

В сутки у взрослого человека выделяется 1500 - 2000 мл слюны. Однако скорость секреции меняется в зависимости от ряда факторов: возраста (после 55 - 60 лет слюноотделение замедляется), нервного возбуждения, пищевого раздражителя.



киста
подъязычной кости

ФОРМИРОВАНИЕ СЛЮННОГО СЕКРЕТА

I этап. Образование первичного секрета

В ацинарных клетках слюнных желез образуется изотоническая слюна (ее осмотическое давление совпадает с осмотическим давлением крови) с электролитным составом, близким к составу сыворотки крови. Белки переносятся из крови в первичную слюну экзоцитозом, транспорт других соединений осуществляется как простой диффузией, так и активным переносом, т.е. с участием специальных белков-переносчиков.

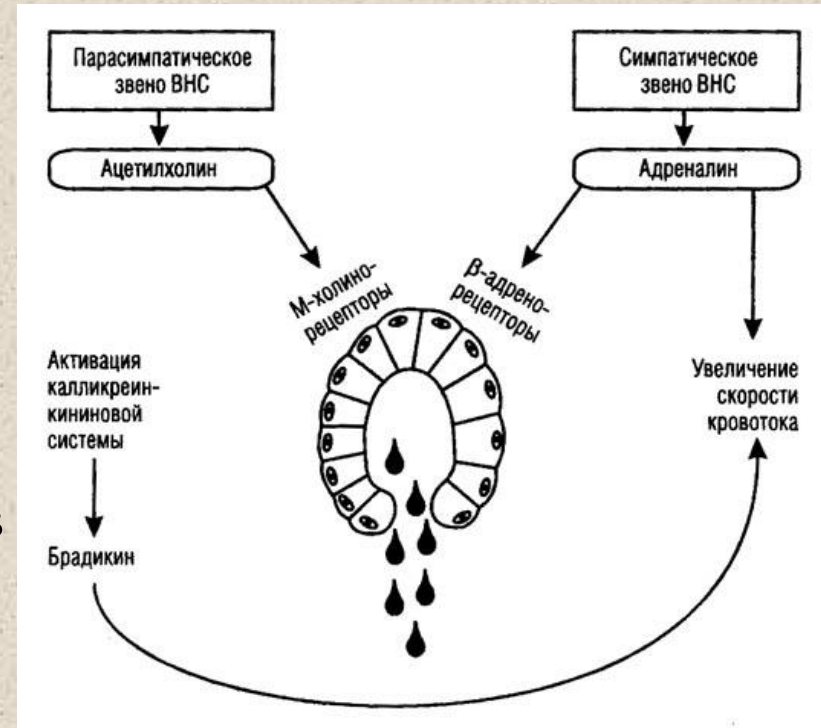
ФОРМИРОВАНИЕ СЛЮННОГО СЕКРЕТА

II этап. Образование проточной слюны

При перемещении первичной слюны через систему протоков, эпителиальные клетки протоков, реабсорбируют ионы Na^+ , Cl^- из, а секретируют HCO_3^- , K^+ , белки и ферменты. Обмен ионами обеспечивают ионные каналы образованные белками-аквапоринами. Источниками АТФ для этих процессов служит аэробный гликолиз и окисление жирных кислот. Конечная слюна является гипотоническим раствором, ее осмотическое давление составляет 1/6 от давления в первичной слюне.

Механизмы стимуляции и регуляторы слюноотделения

Регуляция секреции слюны протекает, как безусловно рефлекторно, так и условно рефлекторно. При приеме пищи происходит раздражение механо-, термо- и хеморецепторов слизистой оболочки. Сигнал от этих рецепторов поступает в ЦНС (центр слюноотделения локализован в продолговатом мозге). По афферентным волокнам от ЦНС возбуждение доходит до слюнных желёз и они секретируют слюну.



Слюноотделение регулируется парасимпатической и симпатической иннервацией

ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

При раздражении парасимпатической нервной системы выделяется ацетилхолин (рис.1.3).

Ацетилхолин в ацинарных клетках связывается с рецептором и через G-белки активирует фосфолипазу C (флC), которая катализирует реакцию образования 1,4,5-инозитолтрифосфата (ИФ3) и диацилглицерола (ДАГ) из фосфатидилинозитолфосфата (ФИФ). Под действием ИФ3 внутри клеток повышается концентрация Ca^{2+} , открываются ионные каналы, что способствует образованию секрета.

Симпатическая регуляция

При раздражении симпатической нервной системы выделяются адреналин и норадреналин. Они связываются с рецепторами и активируют аденилатциклазную сигнальную систему.

Активированная аденилатциклаза катализирует превращение АТФ в цАМФ, что сопровождается активацией протеинкиназы А. Она фосфорилирует специфические белки, стимулирующие формирование и высвобождение первичного секрета в слюнной проток.

Секреция слюны у человека регулируется также нейропептидами. Под действием нейропептида Р и вазоактивного кишечного полипептида в ацинарных клетках повышается концентрация Ca^{2+} , расширяются каналы, что способствует высвобождению секрета.

Слюна

```
graph TD; A[Слюна] --> B[Стимулированная]; A --> C[Нестимулированная]; B --> D["Полученная после воздействия раздражителей: кислоты, пищи, раствора NaCl"]; C --> E["Вырабатывается при отсутствии внешней стимуляции"]
```

Стимулированная

Нестимулированная

Полученная после воздействия раздражителей: кислоты, пищи, раствора NaCl

Вырабатывается при отсутствии внешней стимуляции

Слюна является одной из важнейших жидкостей организма



- В полости рта находится биологическая жидкость, которая называется смешанной слюной или ротовой жидкостью (в дальнейшем слюна).
- Слюна имеет органическую и неорганическую составляющую.
- Неорганическая составляющая слюны представлена макро и микроэлементами, которые могут находиться в составе различных соединений или в ионизированной форме. Например: кальций, фосфаты, хлориды, сульфаты и т.д.

ФУНКЦИИ СЛЮНЫ

- 1. Минерализующая (минерализация зубов и обеспечение оптимального состояния для функционирования зубов)**
- 2. Пищеварительная функция**
- 3. Защитная функция (ферменты, белки, Ig)**
- 4. Восприятие вкуса**
- 5. Поддержание гомеостаза в полости рта (буферные системы слюны)**
- 6. Выделительная функция (обмен веществами между кровью и слюной)**
- 7. Регуляторная функция (содержит много биологически активных веществ)**
- 8. Принимает участие в очищении полости рта от остатков пищи, налета и бактерий.**

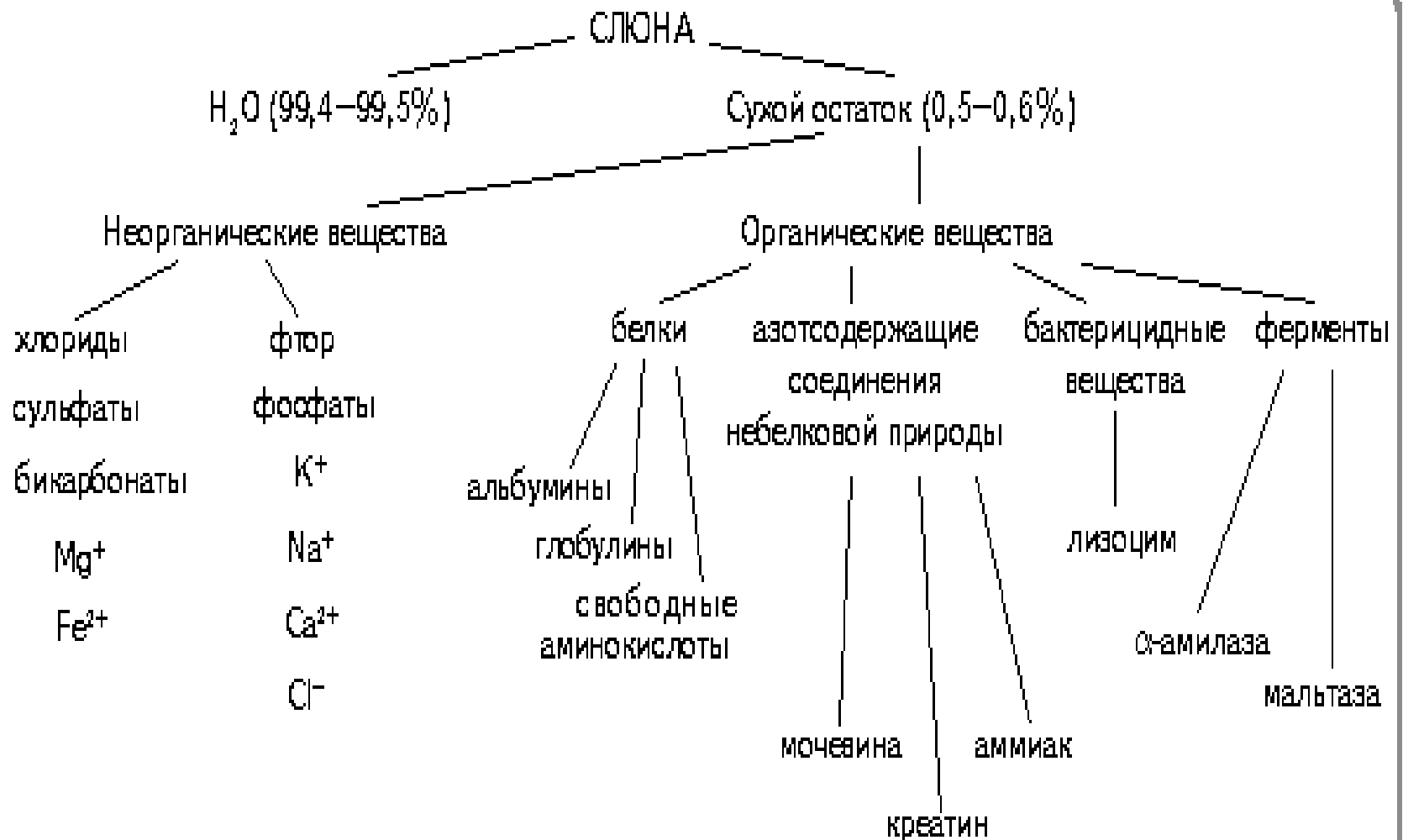
1. Защитные функции

Смазка	Муцины, богатые пролином гликопротеины вода
Противомикробная функция	Белки слюны: лизоцим, лактопероксидаза, муцины, лактоферрин, цистатины, гистатины, секреторный иммуноглобулин А; богатые пролином гликопротеины
Целостность слизистой	Муцины, электролиты, вода
Промывание/ очистка	Вода
Буферная функция	Бикарбонаты, ионы фосфата
Реминерализация	Кальций, фосфат, статхерин, анионные богатые пролином белки

2. Пищевая и речевая функции

Обработка пищи	Вода, муцины
Переваривание	Амилазы, липаза, рибонуклеаза, иротеазы, вода, муцины
Вкус	Вода, густин
Речь	Вода, муцины

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЛЮНЫ



НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ СЛЮНЫ

Слюна - это бесцветная жидкость с плотностью 1,001-1,017 г/мл, обладающая высокой вязкостью.

Основным компонентом слюны является вода (99,5%), а остальное - растворенные в ней минеральные и органические вещества.

Минеральные вещества в большинстве случаев находятся в ионизированной форме, но могут быть и в связанной форме, например, с белками.

Неорганические вещества слюны в ммоль/л (по Т.П. Вавиловой)

Вещество	Слюна	Плазма крови
Na +	6,6 - 24	130 - 150
K+	12,8 – 25,6	3,6 - 5,0
Cl -	11 - 20	97 - 108
Ca ²⁺ общ	0,75 – 3,0	2,1 – 2,8
Фн	2,2 – 6,5	1,0 – 1,6
Ф общ	3,0 – 7,0	3,0 – 5,0
HCO ₃ ⁻	20 - 60	25
SCN ⁻	0,5 – 1,2	0,1 – 0,2
Cu ²⁺	0,3	0,1
I ⁻	0,1	0,01
F ⁻	0,001 – 0,15	0,15

КАЛЬЦИЙ И ФОСФАТЫ

- Содержание ионов кальция в слюне находится в пределах 0,75 – 3,0 ммоль/л (как и в плазме). Кальций может находиться в ионизированной (Ca^{2+}) или связанной с белками формах.
- Фосфаты содержатся в слюне в форме свободных ионов гидро- и дигидрофосфата, на долю которых приходится 70 – 95% общего фосфата. Содержание фосфатов в слюне выше, чем в крови.

МИЦЕЛЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ СЛЮНЫ – ЛЕЖИТ В ОСНОВЕ МИНЕРАЛИЗУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ СЛЮНЫ.

- **Слюна перенасыщена ионами кальция и фосфата, однако это не приводит к отложению этих минералов на поверхности зуба. Этому препятствует мицеллярное строение слюны.**
- **Мицеллы - коллоидные образования (структурные единицы слюны), которые поддерживают соли кальция в псевдорастворенном состоянии.**

СТРОЕНИЕ МИЦЕЛЛЫ



- Ядром мицелл является нерастворимый фосфат кальция $Ca_3(PO_4)_2$, вокруг которого располагаются заряженные ионы кальция, гидро- и дигидрофосфаты кальция, а также молекулы белков, основными из которых являются муцины и стацеринны (на рисунке они изображены кругами и овалами).

ФУНКЦИИ НЕКОТОРЫХ ИОНОВ СЛЮНЫ

- Ионы Na^+ и K^+ вместе с с другими ионами определяют осмотическое давление, буферную емкость и устойчивость мицелл слюны.
- Бикарбонаты являются компонентами буферной системы слюны.
- Ионы фтора попадают в слюну из десневой бороздки, фтор ускоряет процессы реминерализации, обладает ингибирующим действием на рост бактерий.



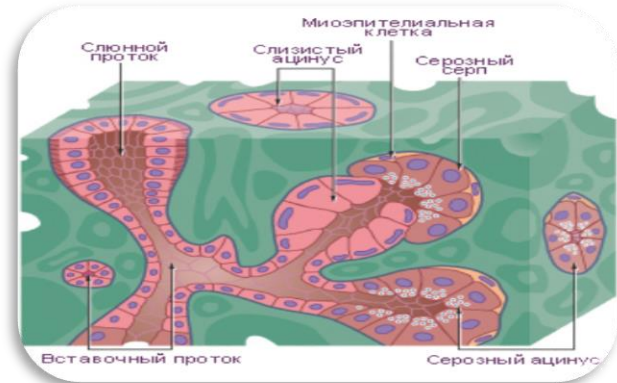
ОРГАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ СЛЮНЫ

Органические компоненты в слюне оставляют 0,8-6,0 г/л, что в 10-15 раз меньше, чем в крови.

Попадают в смешанную слюну из разных источников:

- слюнных желез (на рис.);
- клеток слизистой оболочки полости рта;
- десневой бороздки (лейкоциты);
- крови;
- клеток микроорганизмов.

Их количество зависит от состояния ротовой полости и всего организма в целом.



Некоторые белковые и небелковые вещества, входящие в состав слюны

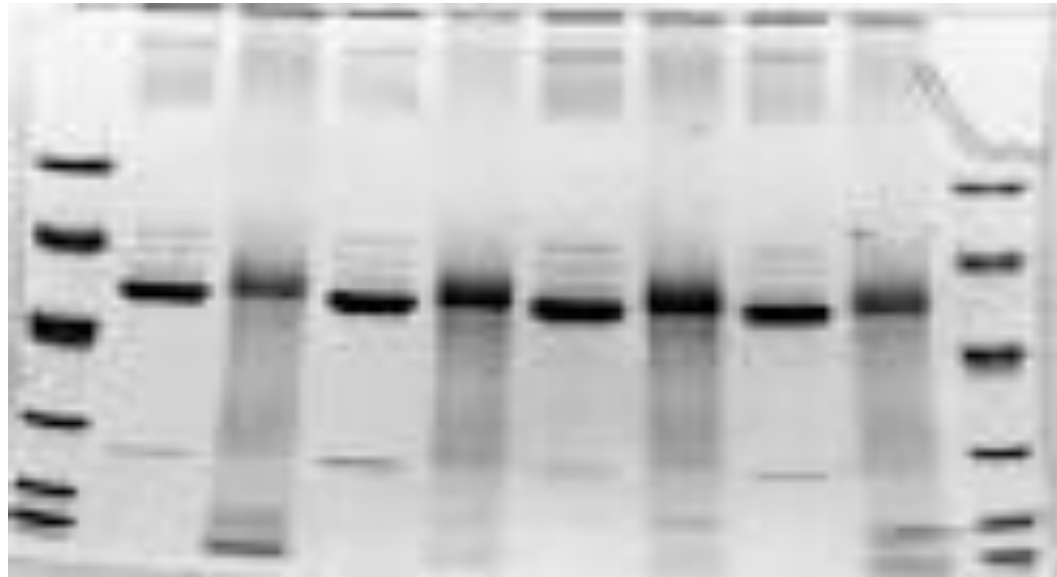
НАЗВАНИЕ	КОНЦЕНТРАЦИЯ
Общий белок	1,5 – 3,0 г/л
Муцин	2,5 – 2,7 г/л
Лизоцим	0,18 г/ л
Мочевая кислота	0,03 – 0,17 моль/л
Мочевина	1,4 – 3,0 моль/л
Аммиак	2,6 моль/л
Холестерин	0,08 – 0,39 ммоль/л
Глюкоза	0,62 – 1,56 ммоль/л
Лактат	20 – 40 мг/л

Органический состав слюны



- **Слюна содержит:**
 - белки, углеводы, липиды, небелковые азотистые соединения (мочевину, мочевую кислоту) витамины, гормоны, органические и нуклеиновые кислоты и др.
- **Органические вещества слюны можно условно разделить на 2 группы: белковой и небелковой природы.**

- По данным электрофореза в слюне содержится до 500 различных белков, из них 120-150 называются **секреторными**.
- Большинство белков слюны являются **гликопротеинами**, что обеспечивает вязкость слюне.



**Биохимия жидкостей
полости рта
Часть 2**

Белки слюны представлены полиморфными группами:

белки, богатые
пролином

белки, богатые
гистидином
(гистатины)

белки, богатые
тирозином
(стазерины)

цистатины

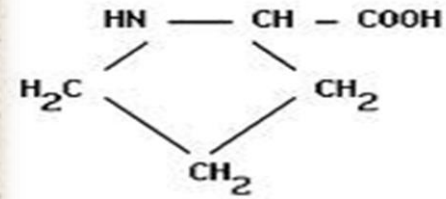
муцины

иммуноглобулины
(антитела)

ферменты
слюны

Некоторые белки существуют в единичной форме: фактор роста эпителия, фактор роста нервов, лактоферрин и др.

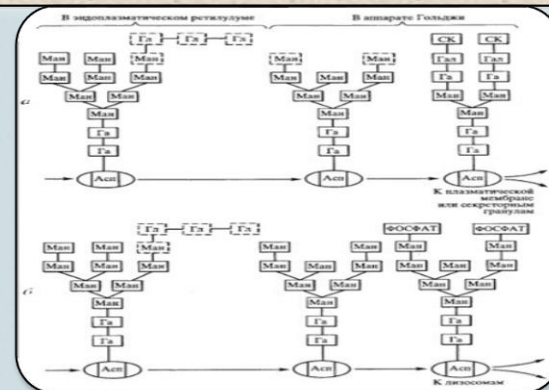
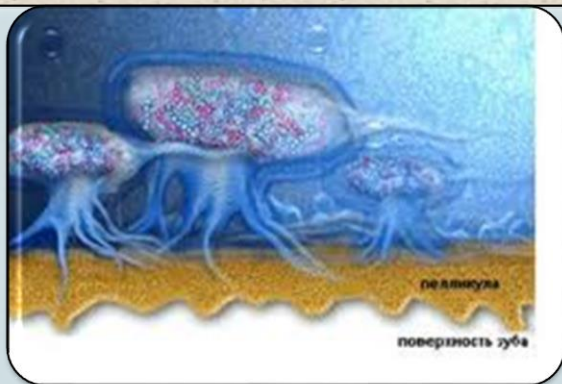
1. Белки, богатые пролином (ББП)



Выделяются, в основном, с секретом околоушных слюнных желез. Выполняют минерализующую и защитную функции. ББП составляют 70% всех белков секрета и подразделяются на 3 группы:

- ❖ Кислые
- ❖ Основные
- ❖ Гликозилированные

В этих белках пролина, глицина и глутамина от 70% до 90% от всех аминокислотных остатков.



Кислые ББП

- первыми осаждаются на эмаль и начинают формировать пелликулу зуба (т.к. связываться Ca^{++} отрицательными концами);
- регулируют поступление ионов кальция и фосфатов в эмаль (препятствуют деминерализации)
- связывают микроорганизмы полости рта и ускоряют образование зубного налета

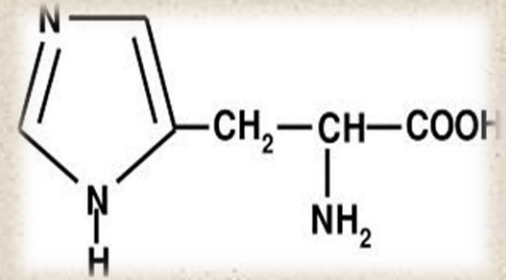
Основные ББП

- обладают антибактериальной активностью (взаимодействуют с мембраной стрептококков, нарушают ее проницаемость и вызывают их гибель)
- защищают оболочку полости рта от танинов пищи (Таннины связывают (дубят) белки и полисахариды полости рта и мешают выполнению их функций)

Гликозилированные ББП

- выступают в роли смазки, покрывая слизистые оболочки полости рта; ускоряют образование пелликулы зуба и зубного налета, осаждаются на эмали зуба после кислых ББП
- способствуют образованию комка пищи

2. Гистатины - белки богатые гистидином (ББГ)



Содержание гистидина достигает 25%, много аргинина и лизина и практически отсутствует пролин

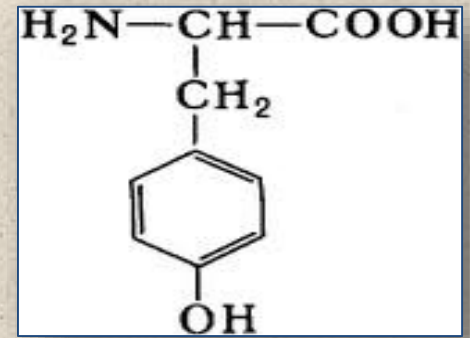
ББГ невелики по молекулярной массе и в растворе не имеют постоянной конформации

Прочно связываясь с гидроксиапатитами эмали, участвуют в формировании пелликулы зуба и гомеостазе эмали

Участвуют в защите полости рта, проявляя противогрибковое, противовирусное и антимикробное действие

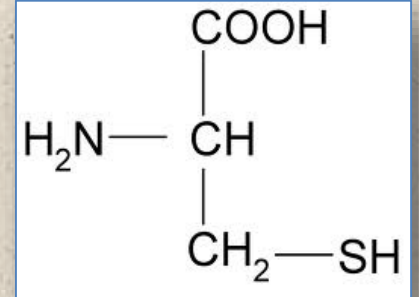
Возможно, отсутствие определенной структуры у ББГ и ББП облегчает образование с различными таннинами и белками как растворимых, так и нерастворимых комплексов.

3. Белки, богатые тирозином - стазерины (статерины)



- ❖ Это гликофосфопротеины с высоким содержанием тирозина. На N-концах молекул находятся фосфорилированные остатки серина, которые связывают кальций;
- ❖ Кальций связывающие белки, препятствуют чрезмерно быстрому осаждению ионов фосфора и кальция на поверхности эмали зуба;
- ❖ Участвуют в образовании пелликулы зуба и угнетают рост бактерий (как и гистатины).
- ❖ Совместно с гистатинами они ингибируют рост как аэробных, так и анаэробных бактерий.

4. Цистатины - кислые низкомолекулярные белки полости рта



- ❖ Есть данные, что цистатины выполняют антимикробную и противовирусную функцию, через ингибирование активности ферментов – цистеиновых протеиназ, гидролизующих белки полости рта.
- ❖ Специфически связываясь в активном центре ферментов с остатками цистеина, тормозят активность цистеиновых протеиназ.
- ❖ К ним относятся - катепсины В, Н, L.

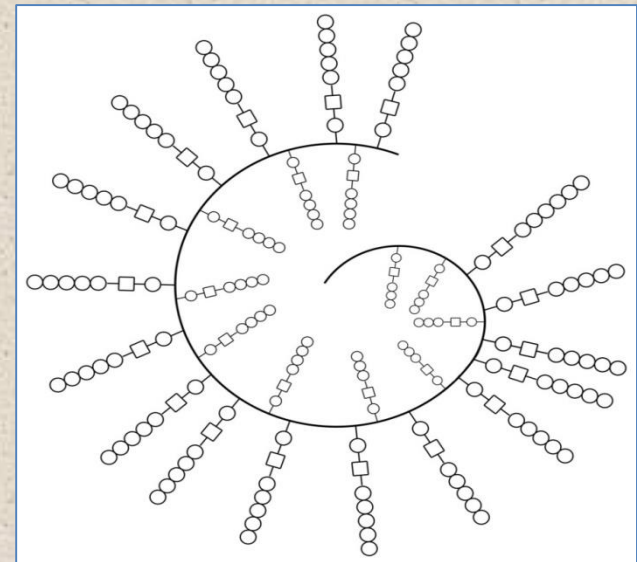
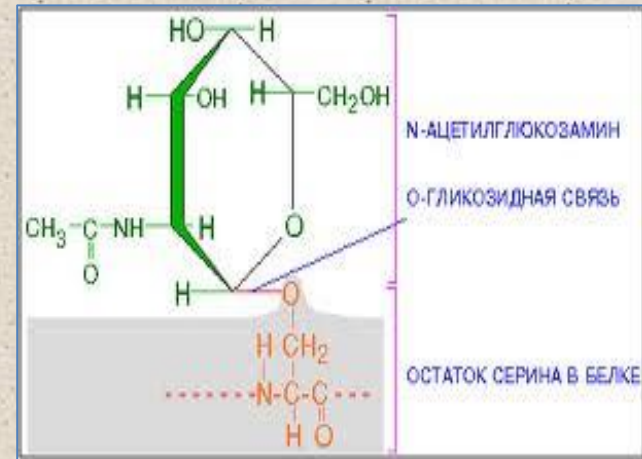


5. Муцины слюны

- ❖ Муцины – это гликопротеины, в которых много остатков пролина (до 50%), серина, треонина и углеводных цепей полисахаридов (50-70%).
- ❖ Короткие полисахаридные цепи крепятся к серину и треонину O-гликозидными связями.
- ❖ Аминокислотные остатки пролина вызывают изгибы полипептидной цепи.
- ❖ В слюне присутствует муцин-1 (Mr 250 кДа) и муцин-2 (Mr 100 кДа).

Особенности строения молекулы муцина:

Молекула муцинов похожа на гребенку и состоит из белковой части (сплошная линия) и коротких полисахаридных цепочек, состоящих из фукозы, галактозы, N- ацетилглюкозаминов и других сахаров.

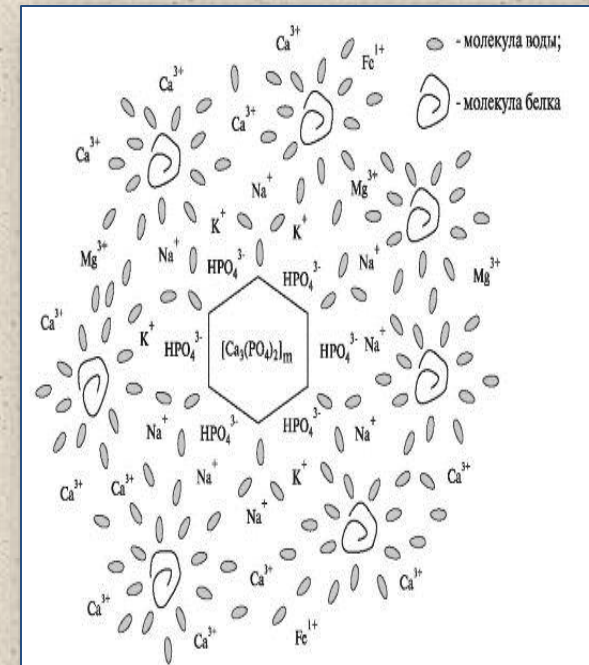


Функции муцинов

Основные белки, обеспечивающие вязкость слюны, участвуют в образовании мицелл слюны (структурной единицы слюны), благодаря способности связывать воду.

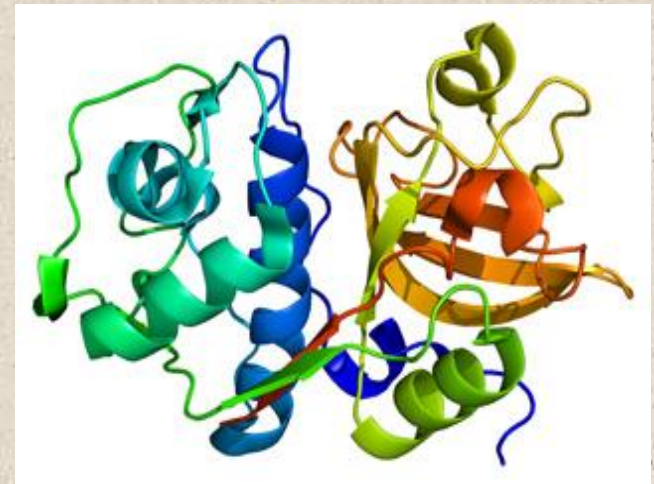
Молекулы муцинов вместе с ББП образуют пелликулу зуба, которая защищает клетки ротовой полости от бактериальных, вирусных, химических и др. воздействий.

Они выполняют роль смазки не только в полости рта, но и в кишечнике, бронхах, семенной жидкости, влагалище.



6. Ферменты слюны

- В смешанной слюне проявляют активность более 100 ферментов.
- В основном ферменты синтезируются слюнными железами, часть попадает в слюну из разрушенных клеток эпителия, бактериальных клеток, лейкоцитов или из крови.
- В слюне присутствуют:
 - ❖ гликозидазы
 - ❖ фосфатазы
 - ❖ протеазы (катепсины А, В, Н и L)
 - ❖ ДНКазы и РНКазы
 - ❖ ферменты – антиоксиданты и др.



Гликозидазы слюны

К ним относятся:

❖ Пищеварительные ферменты слюны – сахараза, липаза, α – амилаза и др.

❖ Антибактериальный фермент - лизоцим

❖ Бактериальные ферменты: β - глюкуронидаза, нейраминидаза, гиалуронидаза.

Закисление слюны способствует активации бактериальных ферментов, что ведет к разрушению ткани зуба. Например: расщеплению муцинов β – глюкуронидазой приводит к развитию гингивита и кариеса.

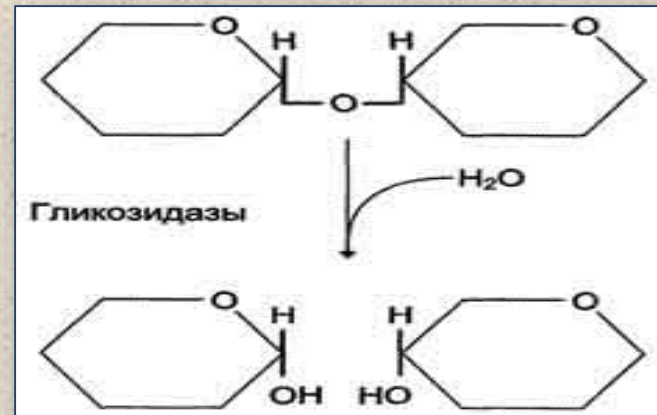
α - амилаза слюны

❖ Участвует в формировании пищевого комка.

❖ В крахмале и гликогене пищи гидролизует α 1- 4 гликозидные связи.

❖ Может разрушать полисахариды, входящие в состав мембраны гонококков, проявляя антимикробное действие.

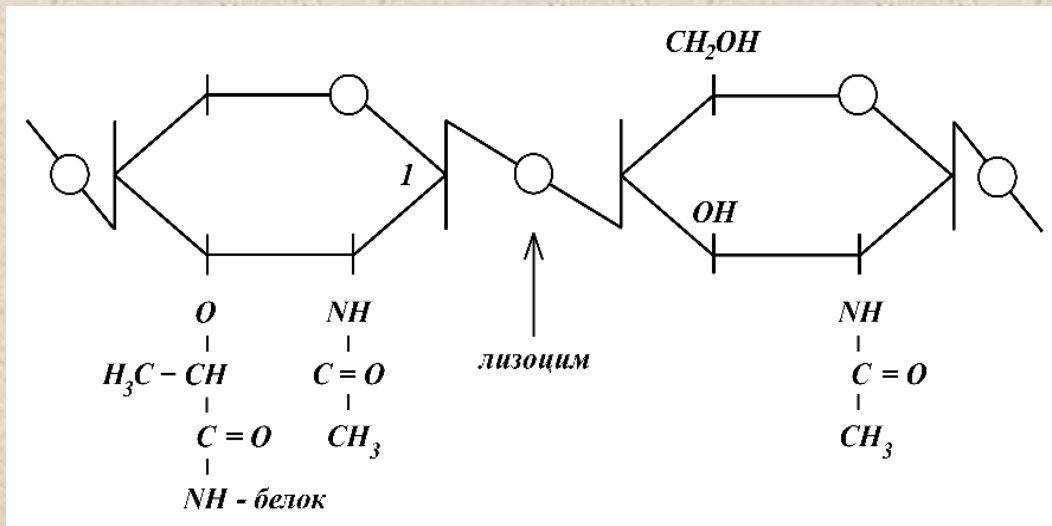
❖ В пищевой промышленности зарегистрирована в качестве пищевой добавки E1100 как улучшитель муки и хлеба.



Лизоцим - антимикробный фермент

Лизоцимы – гликопротеины, молекулярная масса составляет 15 – 17 кДа, содержат до 50% углеводных компонентов.

Лизоцим катализируют реакцию гидролиза 1-4-гликозидных связей в полисахаридах бактериальных стенок.



ДНКазы и РНКазы

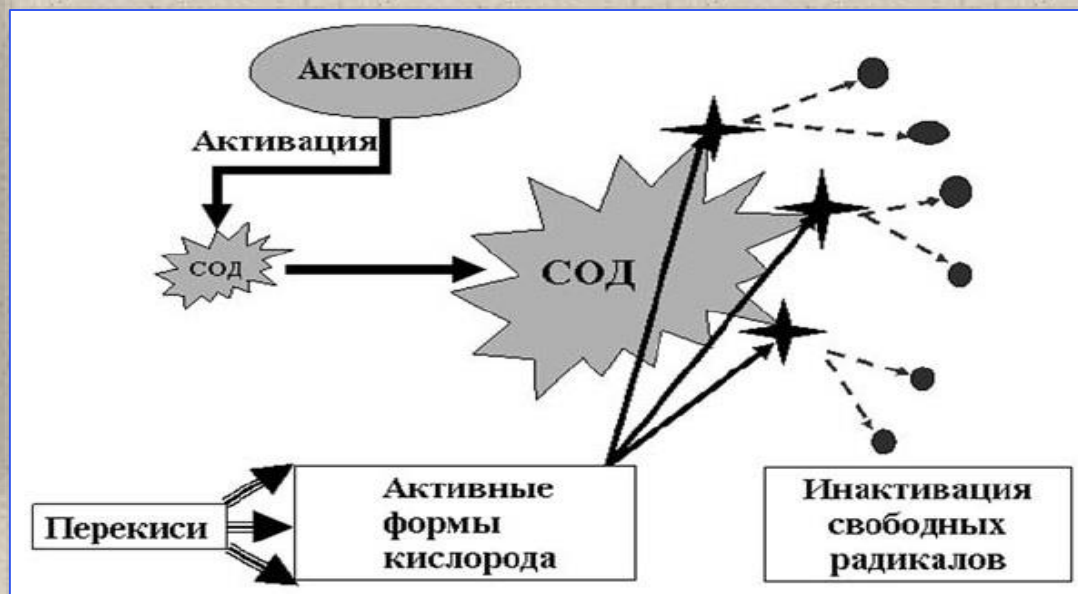
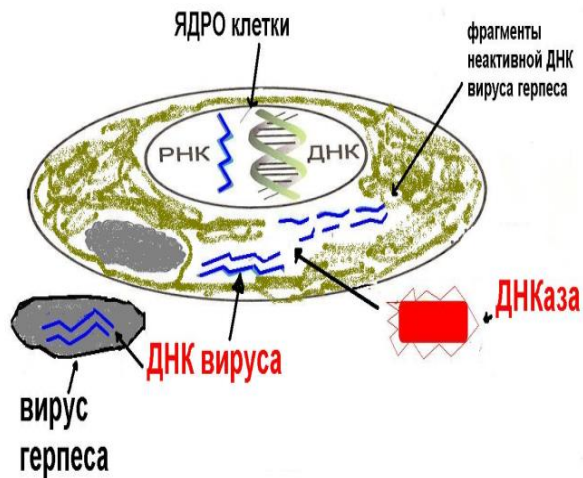
ДНКазы и РНКазы разрушают нуклеиновые кислоты бактерий и вирусов, т.с. проявляют противовирусное и антимикробное действие.

Ферменты-антиоксиданты

К ним относят ферменты, которые снижают концентрацию свободных радикалов.

- ❖ супероксиддисмутаза (СОД)
- ❖ каталаза
- ❖ глутатионпероксидаза и др.

Большое количество активных форм кислорода (АФК) оказывает губительное действие на компоненты мембран клеток тканей полости рта.



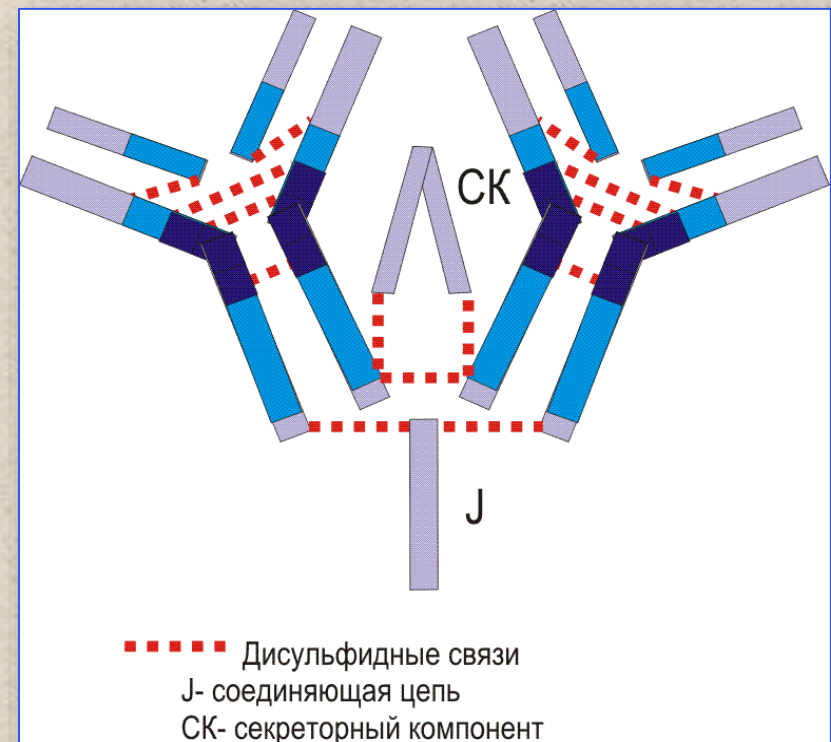
7. Иммуноглобулины слюны - факторы специфической защиты

- ❖ В слюне присутствуют все 5 классов иммуноглобулинов, а также секреторный – IgAs, продуцируемый слюнными железами.
- ❖ Секреторный IgAs подавляет прикрепление бактерий на поверхности слизистой оболочки полости рта.
- ❖ Он обладает выраженным бактерицидным, антивирусным и антитоксическим действием.



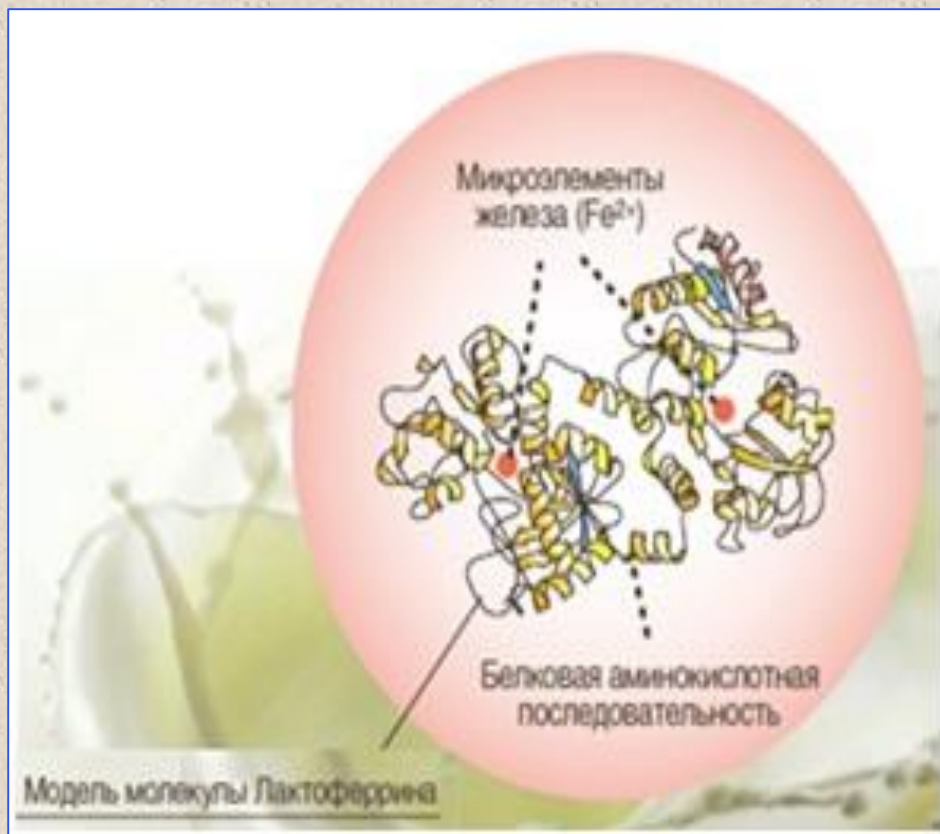
Строение IgAs

Находится в соединении с S-гликопротеином (секреторным компонентом), который предохраняет его от разрушения ферментами.



Лактоферрин - гликопротеин слюны

- ❖ Связывает ионы железа, необходимые для развития бактерий, тем самым осуществляет антимикробное действие.



- ❖ Способен напрямую взаимодействовать с липополисахаридами мембраны *Escherichia coli* и вызывать их гибель.
- ❖ Лактоферрин играет большую роль в поддержании иммунитета полости рта новорожденных.

Функции белков полости рта



БУФЕРНАЯ ФУНКЦИЯ СЛЮНЫ

На pH ротовой жидкости оказывают влияние

- ❖ **суточные биоритмы** (утром pH сравнительно ниже, чем в середине дня, и имеет тенденцию к повышению вечером; ночью ниже, чем днем). Суточные ритмы связаны с функцией слюнных желез; деятельностью микрофлоры и самоочищением полости рта; содержанием в слюне минеральных компонентов;
- ❖ **характер питания** (повышение pH при высокобелковой диете, снижение – при углеводистой);
- ❖ **возраст** (снижение pH с увеличением возраста);
- ❖ **беременность** (снижение pH);
- ❖ **стоматологические заболевания** (кариес зубов, пародонтит, гингивостоматит, афтозный стоматит, атрофия нитевидных сосочков языка, складчатый язык). При различных видах патологии полости рта может наблюдаться изменение pH ротовой жидкости как в кислую, так и в щелочную сторону;
- ❖ **соматические заболевания** (снижение pH при заболеваниях ЖКТ: язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки, хроническом гепатите, панкреатите, гастрите; гельминтозах; ревматизме; вирусном гепатите);
- ❖ **состояние вегетативной нервной системы** (pH слюны снижается при парентеральном введении препаратов, возбуждающих вегетативную нервную систему, а при введении атропина – незначительно повышается);
- ❖ **работа на химических производствах** (чаще наблюдается снижение pH, реже – сдвиг pH в щелочную сторону).

Другими факторами, повышающими рН ротовой жидкости, являются:

- ❖ мочевины слюны (многие микроорганизмы полости рта превращают ее в аммиак);
- ❖ сиалин – основной пептид, содержащий аргинин;
- ❖ амины – продукты декарбоксилирования аминокислот.
- ❖ Пищевые продукты, повышающие рН ротовой жидкости: орехи, сыр (особенно сорта «Чеддер»), ментол.

Главными факторами, приводящими к изменению рН, являются пищевые продукты и ацидогенная микрофлора полости рта. К наибольшей дестабилизации рН ведет метаболическое расщепление микрофлорой углеводовсодержащих продуктов – т.н. «метаболический взрыв». Пик этого взрыва приходится на места скопления микроорганизмов – зубной и язычный налет. Поэтому изменение рН ротовой жидкости – конечный результат при приеме пищи. Основным источником кислот в слюне – это ацидогенная микрофлора полости рта. После полоскания рта раствором сахарозы содержание лактата в слюне увеличивается в 4-5 раз.

Буферная емкость

- ❖ рН смешанной слюны варьируется в пределах 6,8-7,5
- ❖ Постоянство рН обеспечивается буферными системами слюны.
- ❖ Уплотнение или утолщение зубного налета лишает слюну возможности проявлять свое защитное действие.
- ❖ В зависимости от характера пищи и природы микроорганизмов в зубном налете могут реализоваться две противоположные ситуации: *формируется кислая среда*, в которой происходит деминерализация эмали и развитие кариеса; *формируется щелочная среда* (в ней аккумулируются высокие концентрации кальция и фосфатов и создаются условия для выпадения в осадок солей кальция и образования зубного камня).
- ❖ Буферная емкость слюны — это способность нейтрализовать кислоты и основания (щелочи), за счет взаимодействия гидрокарбонатной, фосфатной и белковой систем. Установлено, что прием в течение длительного времени углеводистой пищи снижает, а прием высокобелковой — повышает буферную емкость слюны. Высокая буферная емкость слюны относится к числу факторов, повышающих резистентность зубов к кариесу.

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

где:

pH_1 — начальное значение рН;

A — амплитуда кривой;

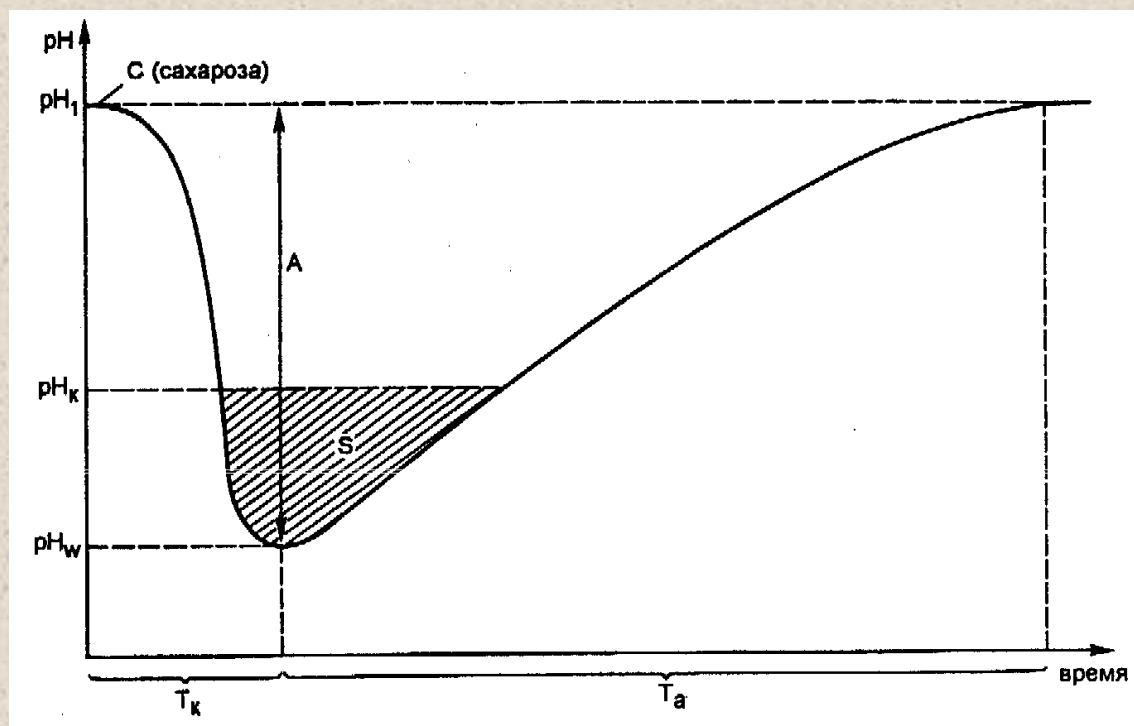
T_k — длительность катакроты;

T_a — длительность анакроты;

pH_k — критическое значение рН;

S — интенсивность критического значения рН;

pH_w — минимальное значение рН.



- ❖ **Амплитуда кривой** является наиболее информативным показателем, поскольку характеризует кислотопродуцирующую активность микрофлоры полости рта и эффективность механизмов регуляции кислотно-основного равновесия. Чем больше амплитуда кривой, тем больше вырабатывается в ответ на стимуляцию углеводом микрофлоры органических кислот (преимущественно, лактата) и тем меньше возможностей у систем регуляции рН ликвидировать ацидоз.
- ❖ **Интенсивность критического значения рН** характеризует выраженность запредельных изменений кислотно-основного равновесия, которые могут привести к развитию патологии (деминерализации твердых тканей зубов). Существуют данные о том, что суточная интенсивность критического значения рН в зубном налете в несколько раз больше у кариесвосприимчивых лиц, чем у кариесрезистентных.
- ❖ Приведенная форма кривой Стефана является типичной для большинства пациентов. Однако В.А.Румянцев (1989) после стимуляции микрофлоры полости рта раствором сахарозы в течение 20 сек. наблюдал изменение кривой рН ротовой жидкости в щелочную сторону у 12,2% обследованных (реверсивная кривая Стефана).

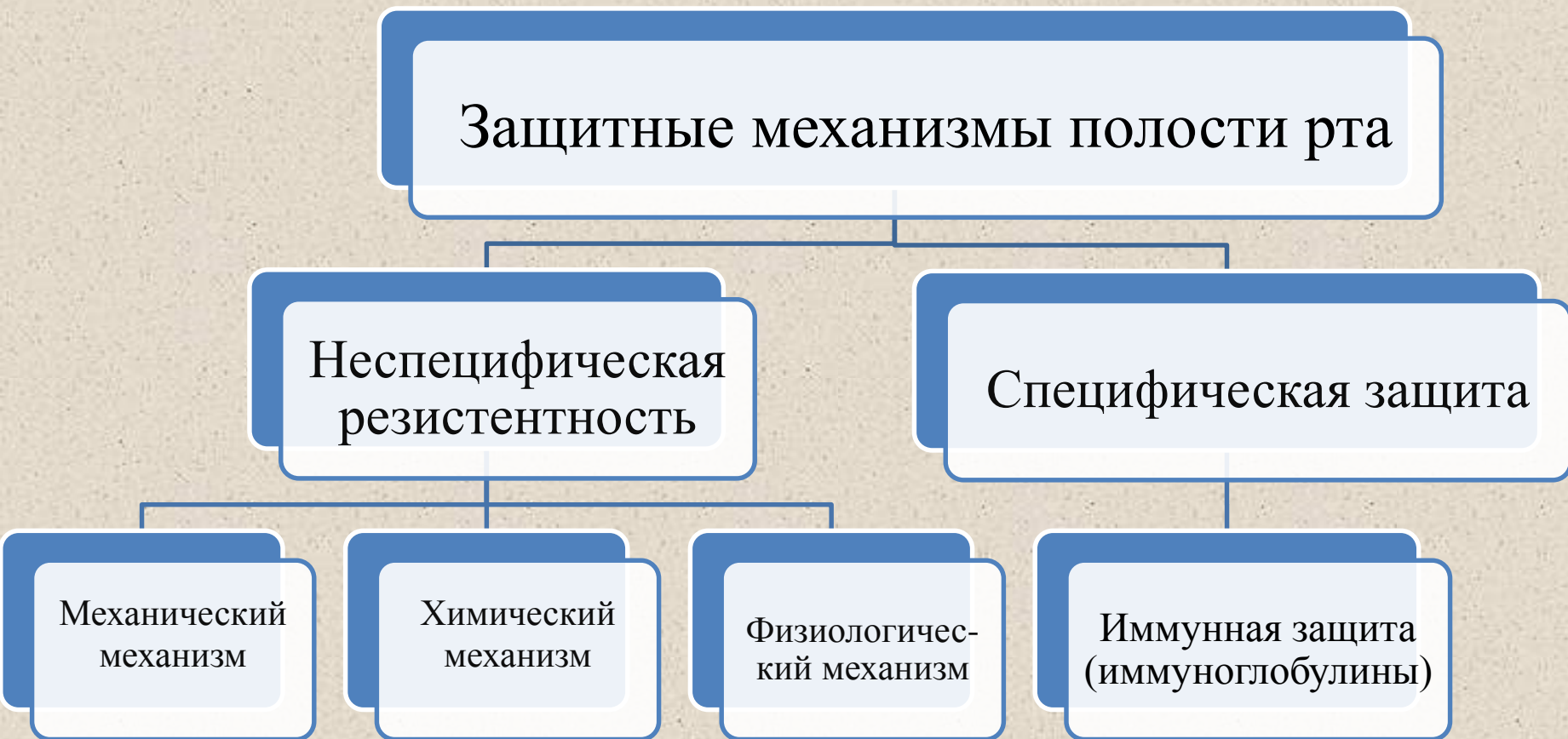
Факторы, влияющие на форму кривой Стефана

- ❖ вид, концентрация и экспозиция углевода (наиболее выраженными ацидогенными свойствами обладает сахароза; пищевые продукты: сахар, шоколад, сладкие сдобы, кексы, хлеб, шоколадные конфеты, пирожные, карамель, мороженое. Низкой ацидогенной активностью по сравнению с сахарами обладают коровье и человеческое молоко);
- ❖ свойства слюны: скорость слюноотделения, буферная емкость, вязкость;
- ❖ гигиеническое состояние полости рта (количество и возраст зубного налета);
- ❖ интенсивность кариеса зубов;
- ❖ наличие ретенционных пунктов зубных рядов.

ЗАЩИТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПОЛОСТИ РТА

Защитная функция слюны осуществляется благодаря наличию в ее составе:

- ❖ - защитных белков (муцинов, ББП, гистатинов, и др.)
- ❖ - лейкоцитов (источник лизосомальных ферментов)
- ❖ - иммуноглобулинов (особенно важен секреторный – IgAs)
- ❖ - ферментов (лизоцима, α -амилаза и др.)



НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЗАЩИТЫ

- ❖ **Механическая защита** осуществляет барьерную функцию неповрежденной слизистой оболочки путем смывания микроорганизмов слюной, очищения слизистой оболочки в процессе еды, адгезии на клетках слущенного эпителия. Слюна также действует бактерицидно, благодаря наличию в ней биологически активных веществ.
- ❖ **Химические и физиологические механизмы защиты.**
 - **Лизоцим (фермент ацетилмурамидаза)** — муколитический фермент. Он обнаружен во всех секреторных жидкостях, но в наибольшем количестве в слезной жидкости, слюне, мокроте. Он лизирует оболочку некоторых микроорганизмов, в первую очередь грамположительных, стимулирует фагоцитарную активность лейкоцитов, участвует в регенерации биологических тканей.
 - **Защитная роль ферментов слюны** проявляется в нарушении способности микроорганизмов фиксироваться на поверхности слизистой оболочки рта или поверхности зуба. Наибольшей активностью обладают ферменты, расщепляющие белки, нуклеиновые кислоты и углеводы (протеазы и гликолитические).
 - **Бета-лизины** — бактерицидные факторы, проявляющие наибольшую активность в отношении анаэробных и спорообразующих аэробных микроорганизмов.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЗАЩИТЫ

Специфическим иммунитетом называется способность организма избирательно реагировать на попавшие в него антигены.

Главным фактором специфической антимикробной защиты являются иммунные *гамма-глобулины (иммуноглобулины, антитела)*.

Иммуноглобулины - защитные белки сыворотки крови или секретов, обладающие функцией антител и относящиеся к глобулиновой фракции.

В полости рта наиболее широко представлены IgA, IgG, IgM.

Соотношение иммуноглобулинов в полости рта иное, чем в сыворотке крови и экссудатах. Если в сыворотке крови в основном представлены IgG, а IgM содержатся в небольшом количестве, то в слюне уровень IgA может быть в 100 раз выше, чем концентрация IgG.

Основная роль в специфической защите в слюне принадлежит иммуноглобулинам класса А. IgA представлены в организме двумя разновидностями: *сывороточным и секреторным*.

Сывороточный IgA по своему строению мало отличается от IgG и состоит из двух пар полипептидных цепей, соединенных дисульфидными связями.

Секреторный IgA устойчив к действию различных протеолитических ферментов.

Биологически активные вещества (БАВ) слюны

БАВ слюны обладают эндокринной функцией и участвуют в регуляции гомеостаза полости рта и многих органов и тканей организма.

- ❖ Фактор роста эпителия (ФРЭ) - усиливает резорбцию (разрушение) костной ткани и деление одонтобластов.**
- ❖ Фактор роста нервов (ФРН) - оказывает мощное противовоспалительное действие.**
- ❖ Паротин - способствует минерализации.**
- ❖ Ренин – обладает сосудосуживающим действием.**

Десневая жидкость

- Десневая жидкость - биологическая жидкость полости рта, которая омывает десневую бороздку.
- Включает в себя спущенные эпителиальные клетки, лейкоциты (основной источник поступления в слюну), микроорганизмы, электролиты, белковые компоненты и ферменты.
- Имеется тесная взаимосвязь между степенью нарастания воспалительных изменений в пародонте и уровнем активности гидролитических ферментов лейкоцитов.

Наиболее характерные ферменты лейкоцитов десневой жидкости, оказывающие защитное действие на ткани пародонта

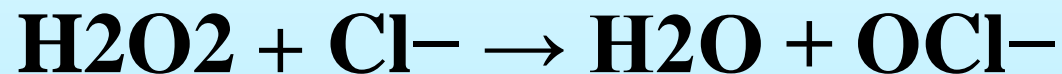
- Кислая фосфатаза (маркер лизосом);
- Щелочная фосфатаза;
- Различные гликозидазы;
- Протеиназы (катепсины, эластаза, коллагеназа);
- Лизоцим;
- Фосфолипазы;
- Миелопероксидаза и др.

Функции лизосомальных ферментов лейкоцитов

- Освобождаясь из лизосом ферменты повышают проницаемость капилляров и облегчают дальнейший выход лейкоцитов.
- Атакуют бактерии, разрушают клетку в целом (фосфолипазы, лизоцим).
- Щелочная фосфатаза необходима для выполнения фагоцитарной функции лейкоцитов.

Миелопероксидаза лейкоцитов участвует в реакции образования гипохлорита (оказывает бактерицидное действие)

Миелопероксидаза лейкоцитов катализирует реакцию:



Образующийся в реакции гипохлорит OCl^- обладает в десятки раз более сильным бактерицидным действием, чем пероксид водорода.



Спасибо за внимание