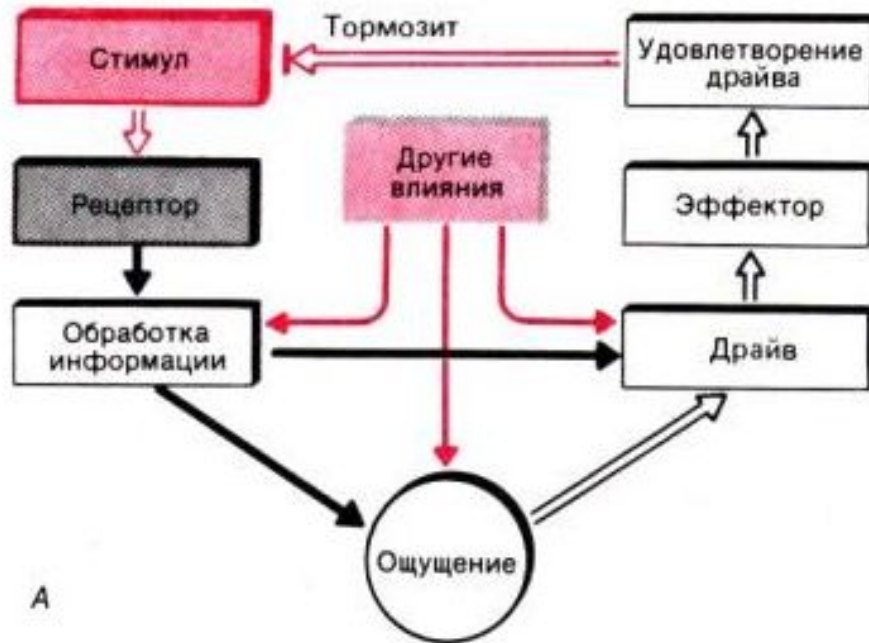


Раздел «Физиология пищеварения»

Лекция №1. Тема: «Физиологические основы голода и насыщения. Пищеварение в полости рта»

1. Сущность пищеварения. Виды пищеварения и их роль. Функции пищеварительного тракта. Пищевой центр. Физиологические механизмы голода и насыщения. Периодическая деятельность ЖКТ натощак и её биологическая роль.
2. Пищеварение в полости рта. Методы изучения слюноотделения. Состав и физиологическое значение слюны. Нервные и гуморальные механизмы регуляции слюноотделения. Закономерность, специфичность и приспособляемость в деятельности слюнных желез. Возрастные особенности состава слюны у детей. Возрастные характеристики слюноотделения.

Пищеварение – совокупность процессов, обеспечивающих механическое измельчение и химическое расщепление пищевых веществ на компоненты, лишенные видовой специфичности и пригодные к всасыванию и участию в обмене веществ организма человека.



Чувство голода нельзя приписать какому-то конкретному сенсорному органу или части тела это общее ощущение. Возникает в организме, воспринимается рецепторами, которые до сих пор неизвестны и вызывают общие ощущения (голод, жажда, духота, половое влечение).

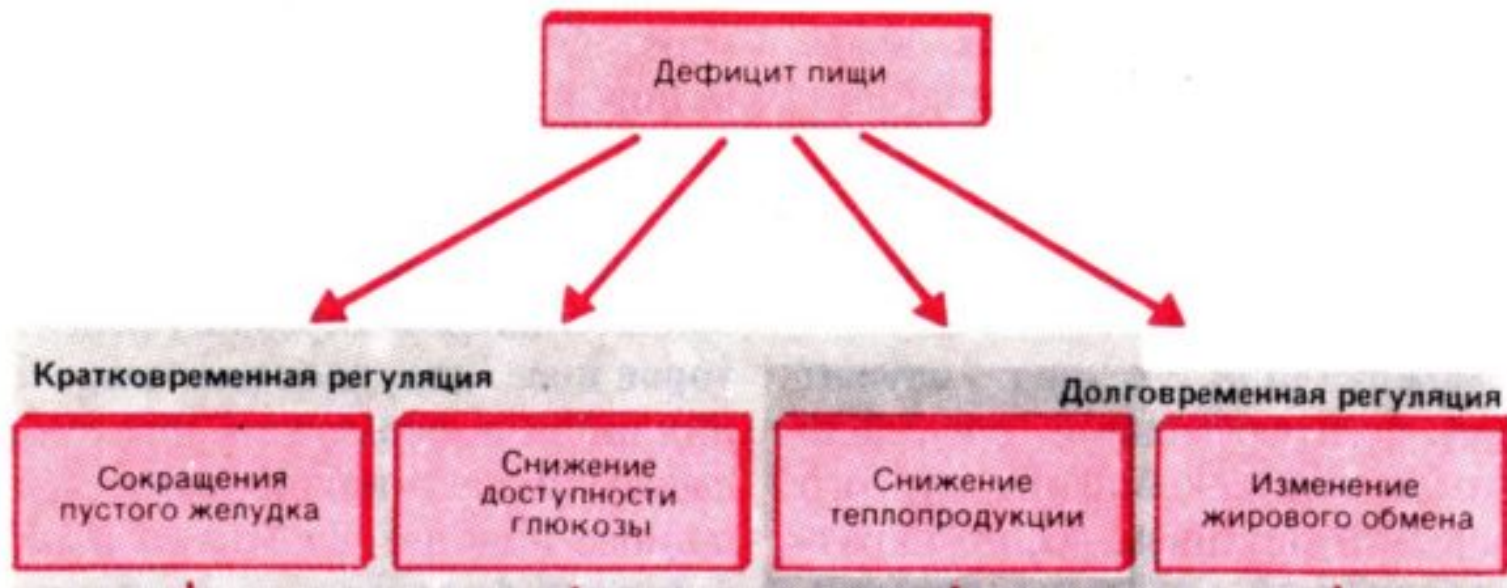
С точки зрения **психологии** голод это **гомеостатические влечения (драйвы)**, направленные на получение организмом достаточного количества пищи. Все драйвовые ощущения описываются одним словом – «хочу».

Голод (как и любой драйв) должен удовлетворяться для поддержания гомеостаза организма, т.е. **обеспечения выживания**. Это врожденный драйв, относится к врожденным и не требует научения.

Кратковременная регуляция – потребление пищи к текущим потребностям (типу и количеству работы, климатическим условиям) и питательной ценности (калорийности) поедаемых продуктов.

Кратковременная регуляция накладывается на **долговременную**, которая возмещает временную неадекватность рациона и обеспечивает возвращение к норме веса тела.

Например, когда животные, раскормленные в результате *принудительного кормления*, возвращаются в обычные условия, они едят значительно меньше контрольных. По достижении исходного веса потребление ими пищи начинает медленно возрастать. И напротив, *после голодания* нормальный вес тела восстанавливается благодаря временной активизации питания.



1. Сокращения пустого желудка.

Первоначально считалось, что голод – это **общее ощущение**, локализованное в области желудка (или проецируемое туда). Он возникает, когда желудок пуст, и исчезает при его наполнении пищей (появляется **ощущение сытости**). Некоторые первые исследователи этой проблемы постулировали, что голод вызывается **сокращениями пустого желудка**.

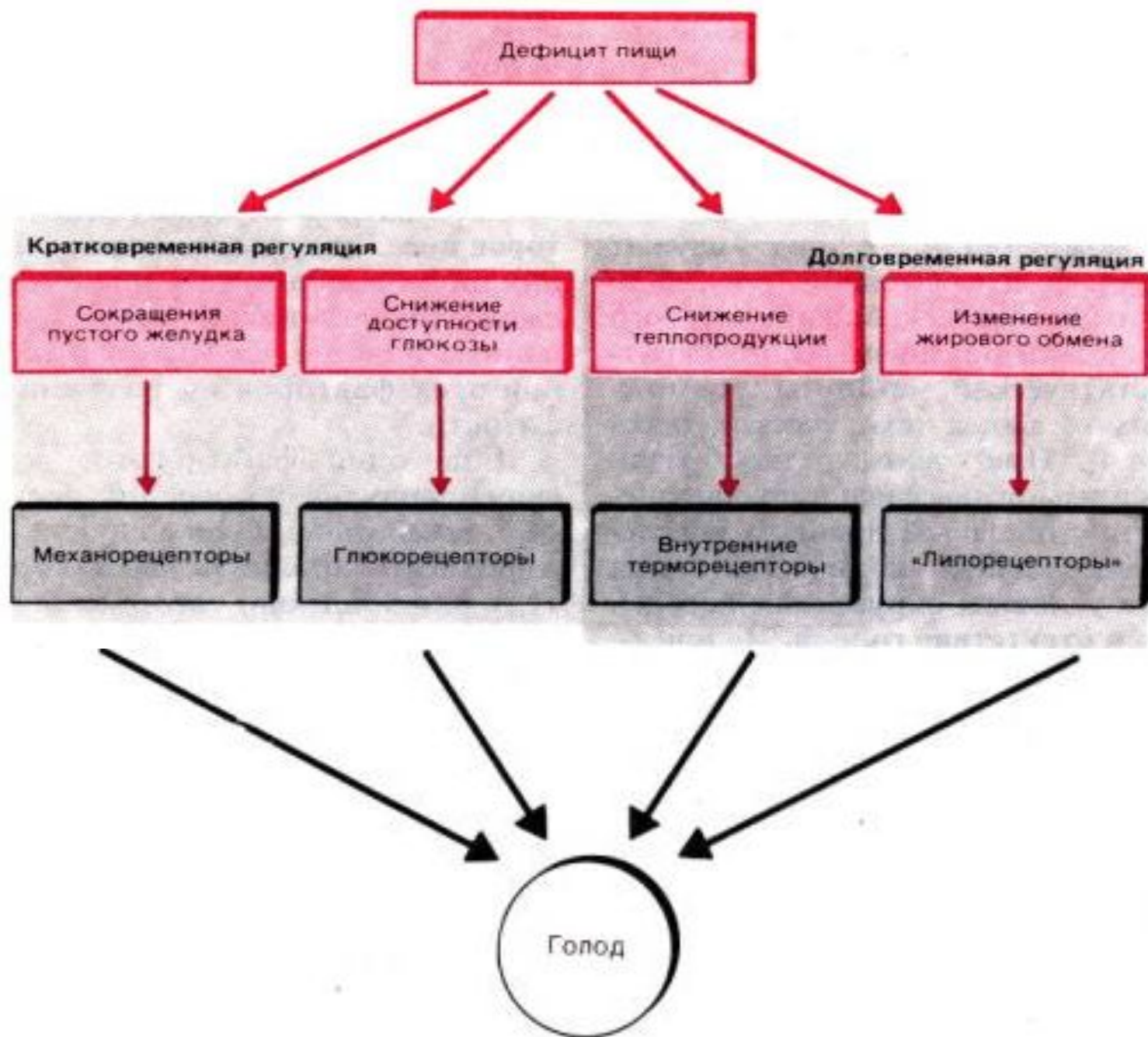
Однако на данный момент известно, что сокращение желудка – скорее не причина возникновения голода, а его следствие.

2. Снижение биодоступности глюкозы.

Уменьшение **доступности глюкозы** для клеток (но не ее уровня в крови) тесно коррелирует с мощными сокращениями желудка и ощущением голода.

Такая **глюкостатическая гипотеза голода** в дальнейшем была подкреплена различными экспериментальными данными.

Например, если ввести мыши золото–тиоглюкозу (золото–клеточный яд), это вызовет разрушение многих клеток промежуточного мозга; очевидно, они поглощают особенно много глюкозы. Следствием становятся серьезные нарушения пищевого поведения. Таким образом, эти центральные глюкорецепторы реагируют на снижение доступности глюкозы, способствуя возникновению голода.



Термостатическая гипотеза возникновения голода основывается на известном наблюдении: теплокровные потребляют пищу в количестве, обратно пропорциональном температуре окружающей среды.

Экспериментально показано, что локальное охлаждение или нагревание промежуточного мозга, где локализованы центральные терморецепторы, вызывает изменения пищевого поведения в соответствии с данной гипотезой.

Липостатическая гипотеза - животные после принудительного кормления едят меньше контрольных, пока жировые отложения не исчезнут

Связь возбуждения голода с кратко–долговременной регуляцией. Липостатический механизм голода служит главным образом для долговременной регуляции потребления пищи, тогда как сокращения пустого желудка и глюкостатический механизм – основа кратковременной. Термостатический механизм, возможно, участвует в обеих ее видах.

Однако, в настоящее время в отечественной физиологии рассматривается **гипотеза «голодной» крови**, согласно которой в возникновении чувства голода играет важную роль снижение биодоступности глюкозы, аминокислот, липидов.

Теории насыщения.

Процесс поглощения пищи у человека и животных обычно прекращается задолго до того, как в результате ее переваривания исчезает дефицит энергии, приведший к появлению голода и началу питания. Сумма процессов, заставляющих завершить его, называется **насыщением**.

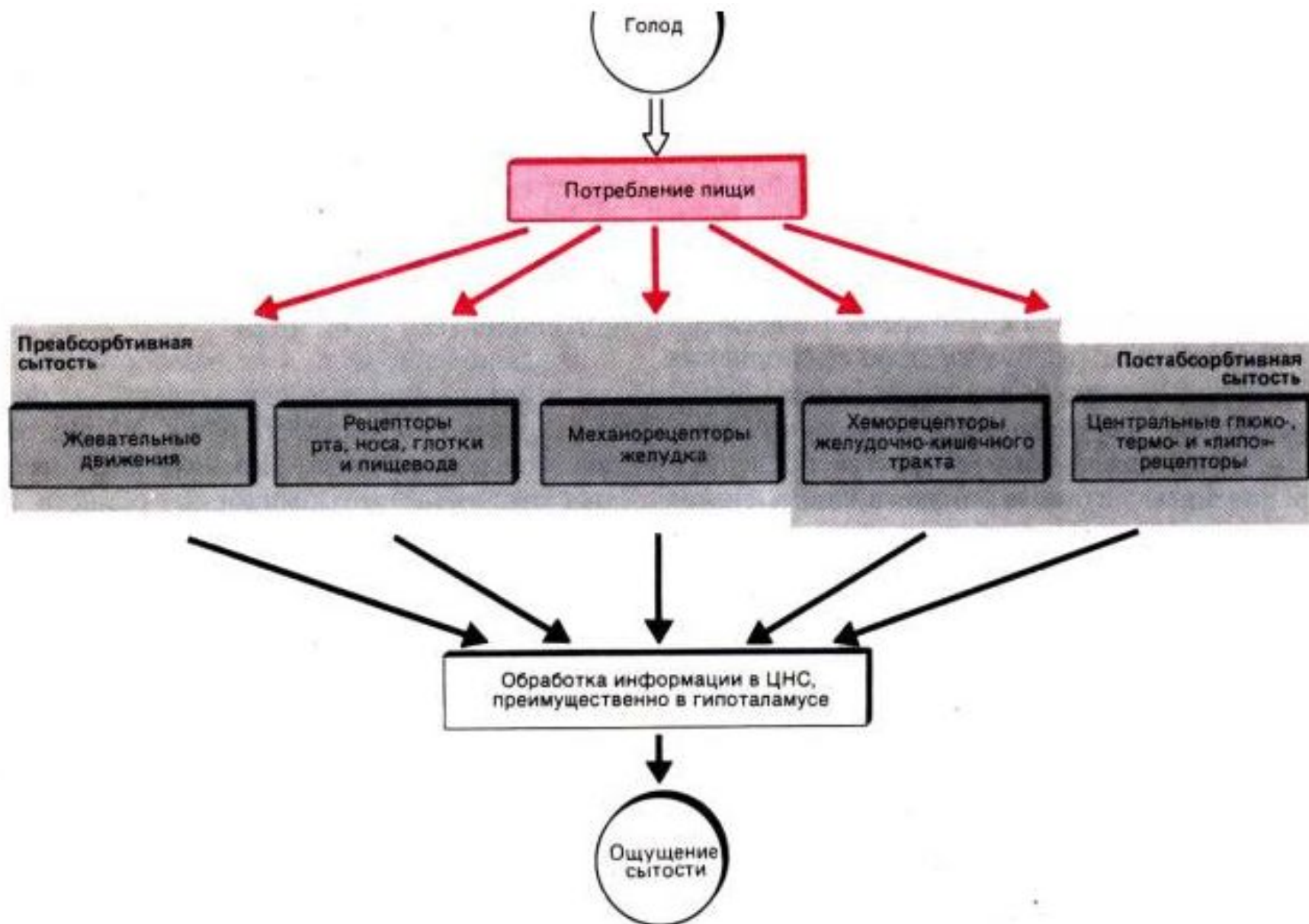
Насыщение:

- ✓ **преабсорбтивное (сенсорное)** - результат собственно процесса поглощения пищи
- ✓ **постабсорбтивное (истинное)** – результат всасывания нутриентов.

Факторы преабсорбтивной сытости.

1. Стимуляция обонятельных, вкусовых рецепторов и механорецепторов носа, рта, глотки и пищевода в ходе потребления пищи и, возможно, процесса жевания.

Животные с фистулой пищевода поедают корм существенно дольше, чем до операции, и снова начинают есть через более короткие интервалы времени, однако и они в определенный момент спонтанно прекращают питаться. Так как пища в этих условиях не попадает в желудок, насыщение могло бы быть обусловлено стимуляцией различных рецепторов ротовой полости.



2. Растяжение пищей желудка и соседних частей кишечника. Если желудок экспериментального животного заполнить перед кормлением через фистулу или зонд, оно съест меньше обычного, частично компенсировав такое заполнение. *Степень компенсации* зависит при этом не от питательной ценности пищи, а от объема исходного содержимого желудка и времени его введения. В крайнем варианте, если вводить непосредственно в желудок очень много высококалорийной пищи прямо перед привычным временем кормления, пероральное питание удастся полностью подавлять в течение нескольких недель.

3. Раздражение хеморецепторов в верхних отделах ЖКТ.

К действию названных выше факторов добавляются эффекты локализованных в желудке и верхней части тонкой кишки **хеморецепторов**, чувствительных к **содержанию глюкозы и аминокислот** в пище.

Например, еще в процессе питания уровень глюкозы в крови повышается пропорционально количеству потребляемых углеводов. У этой реакции может быть и гуморальная основа, однако присутствие *глюкорецепторов* и *аминокислотных рецепторов* в стенке кишечника продемонстрировано электрофизиологически.

Определенную **роль в насыщении** играет один из желудочно–кишечных гормонов холецистокинин (**ХЦК**).

Интраперитонеальная инъекция его голодным крысам, кошкам и собакам прекращает потребление ими пищи; кроме того, ХЦК выделяется дуоденальной слизистой сразу же, как только пища попадает в двенадцатиперстную кишку. Вызываемый его введением эффект насыщения устраняется при перерезке идущих к желудку волокон блуждающего нерва. По–видимому, ХЦК возбуждает периферические рецепторы–либо непосредственно, либо вызывая сокращение гладкой мускулатуры [23].

Факторы постабсорбтивной сытости.

Упомянутые выше хеморецепторы пищеварительного тракта, возможно, связаны с постабсорбтивной сытостью, так как сигнализируют о концентрации доступных питательных веществ в кишечнике.

Пищеварение, однако, сопровождается и другими уже обсуждавшимися энтероцептивными сенсорными процессами, роль которых не менее важна. **Повышение доступности глюкозы, возрастание теплопродукции** при переваривании пищи и **изменения метаболизма жиров** влияют на соответствующие центральные рецепторы (на рис–*справа*); эти эффекты противоположны вызывающим голод (*красный цвет* на рис).

Таким образом, **голод и сытость** в определенной степени представляют собой две стороны одной медали. Кратковременный голод стимулирует процесс питания («старт»), а преабсорбтивная сытость приводит к его прекращению («стоп»).

Психологические факторы ощущения голода. Аппетит

Помимо упомянутых выше *физиологических факторов* в регуляции пищевого поведения участвуют множество **психологических**.

Например, длительность потребления пищи и ее съедаемое количество определяются не только голодом, но и многим другим, включая привычку «есть вовремя», количество и «аппетитность» предлагаемой пищи.

Стремление к определенной пище называется **аппетитом**. Он может входить в ощущение голода или возникать независимо от него (при виде или описании особо изысканного блюда).

Нередко аппетит отражает врожденную или приобретенную индивидуальную склонность к определенным продуктам питания. Аппетит, как и *отвращение* (часто—очень стойкое) к некоторым другим видам пищи, определяется доступностью данного ее варианта в конкретном регионе и модифицируется особыми чертами индивидуальной культуры, обычно уходящими корнями в религию.





Центры голода и насыщения



Передающая и интегрирующая структура для чувства голода и сытости – ГИПОТАЛАМУС. Центральная обработка информации о голоде и сытости происходит в гипоталамических структурах.

ВМГ – зоны, ответственные за сытость

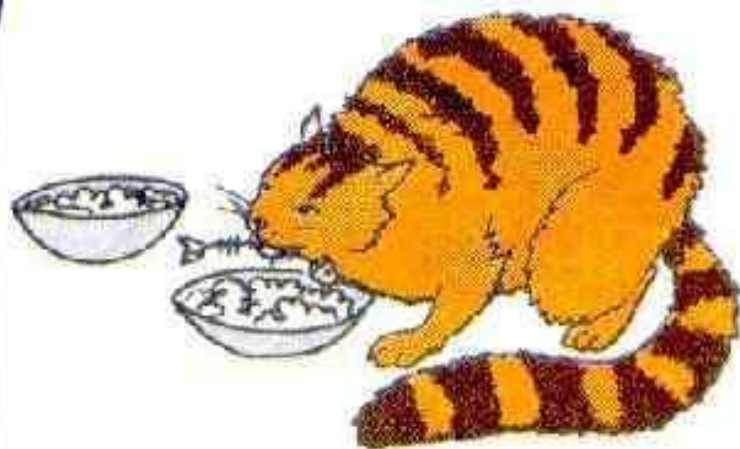
ЛГ – центр голода

Зоны работают по принципу реципрокности (когда работает один – не работает другой)

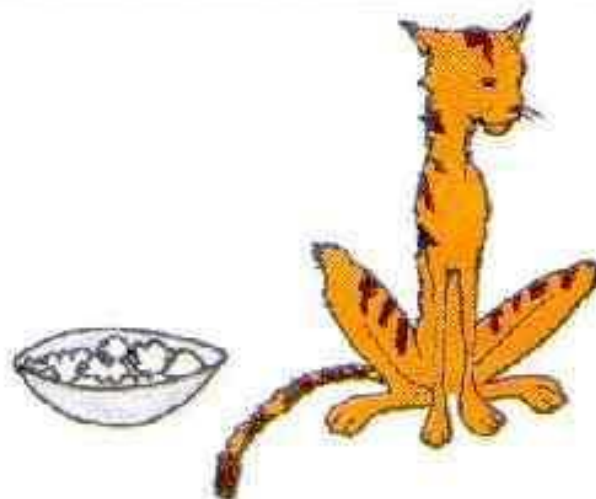
Разрушение ВМГ – растормаживание ЛГ – активация центра голода – неукротимое потребление еды

Разрушение ЛГ - растормаживание ВМГ – активация центра насыщения – отказ от еды.

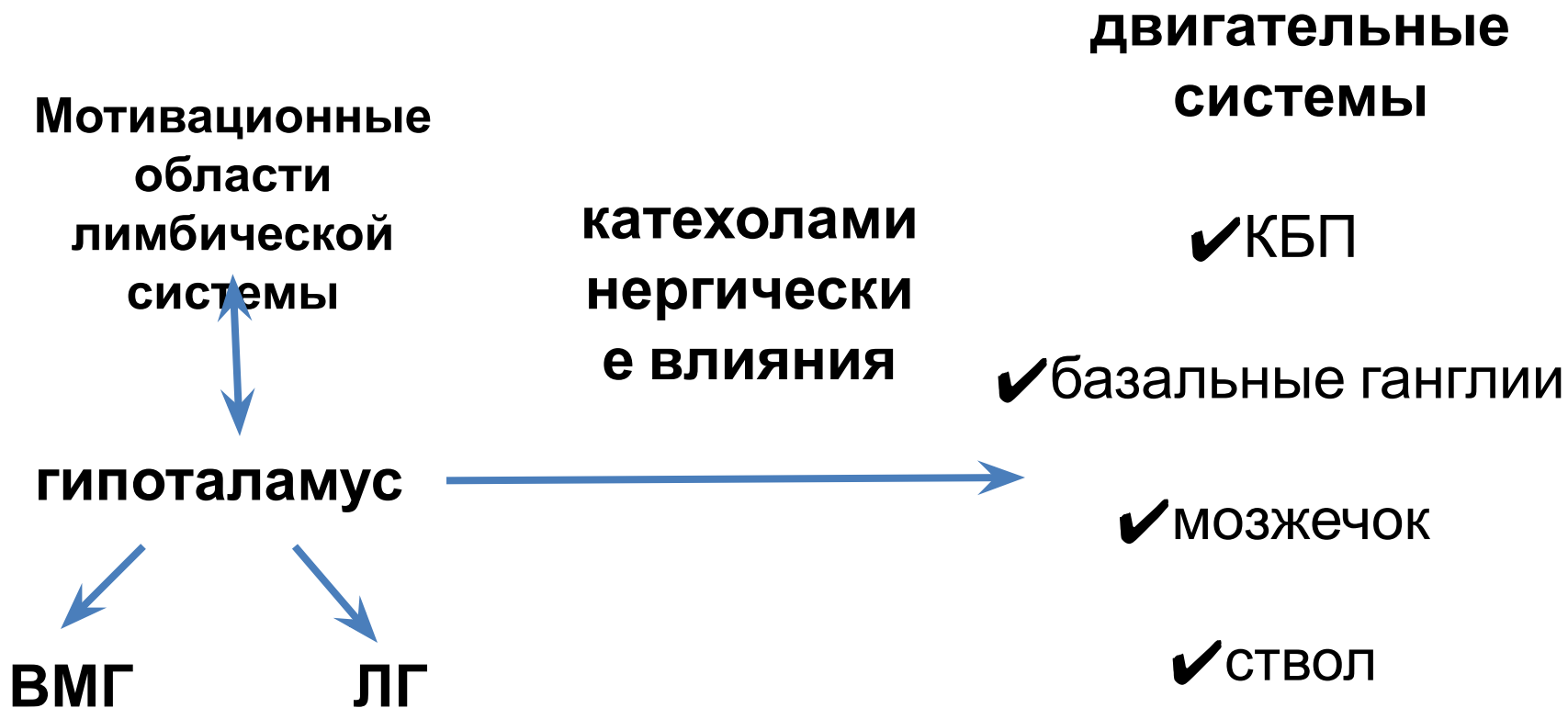
Результаты разрушения центра насыщения и центра голода



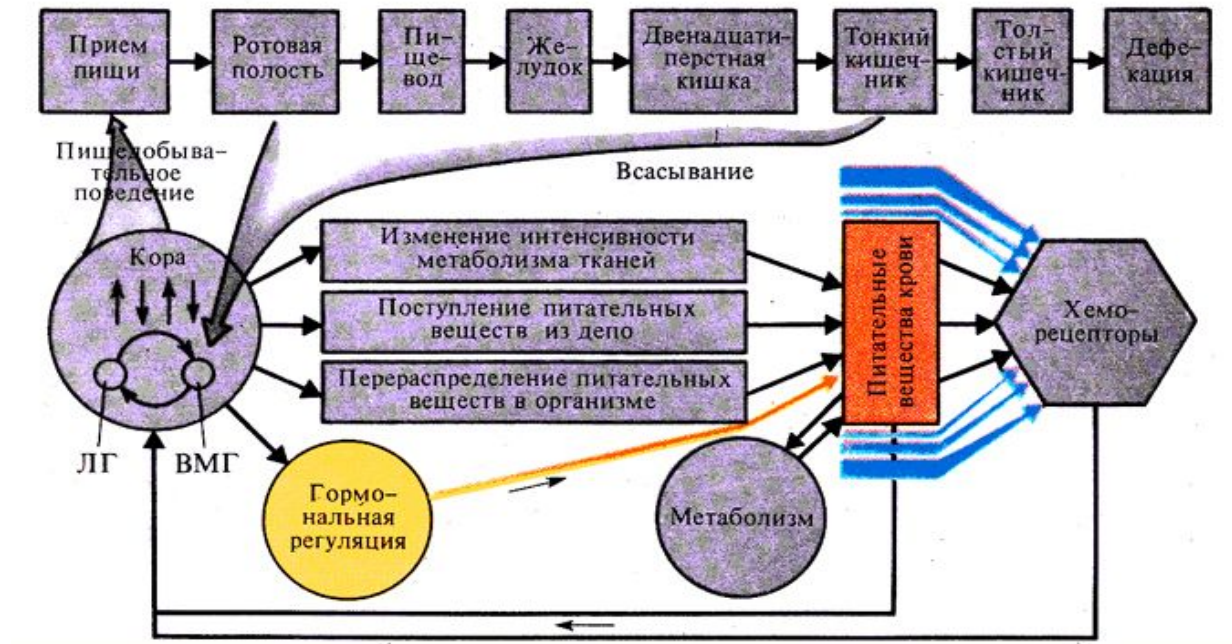
Булимия



Анорексия



ФС голода насыщения – ФС гомеостатического уровня с внешним активным звеном.



Снижение уровня питательных веществ в крови ведет к формированию «голодной крови». При этом возбуждаются хеморецепторы и в том числе гипоталамуса. Информация от гипоталамуса через лимбическую систему поступает в кору больших полушарий, где формируется мотивация пищедобывательного поведения (подход к холодильнику). Начинает реализовываться пищедобывательное поведение.

Наряду с внешним, активируется и внутренне звено

В совокупности события приводят к восстановлению уровня питательных веществ в крови.

Типы пищеварения (классификация)

- в зависимости от происхождения реализующих его гидролитических ферментов:

Собственное – осуществляется ферментами секретов пищеварительных желез и кишечных эпителиоцитов. У взрослых формирует поток первичных нутриентов.

Симбионтное – гидролиз нутриентов ферментами, синтезируемыми симбионтами кишечника, у человека роль относительно невелика. Формирует поток вторичных нутриентов, а также поток бактериальных метаболитов.

Аутолитическое – осуществляется экзогенными ферментами, вводимыми в составе принимаемой пищи.

По А.М. Уголеву выделяют «индуцированный аутолиз» - у детей при лактотрофном питании в составе пищи (молока) имеются гидролазы, активируемы ферментами ЖКТ ребенка.

- в зависимости от локализации гидролиза
нутриентов в пищеварительном тракте:

- Внутриклеточное:

цитозольное

лизосомальное (в пищеварительных
вакуолях)

- Внеклеточное:

полостное (дистантное) – в полостях рта,
желудка, кишечника

пристеночное (контактное, или
мембранное)

Понятие о пищеварительном конвейере (ПК).
Идея ПК предложена И.П. Он сравнивал
пищеварительный тракт с химическим
производством (конвейером), состоящим из
последовательно расположенных «фабрик»,
решающих задачи переработки принятой пищи.

ПК – закономерная последовательная цепь физико-
химической и химической деградации пищи ее
нутриентов и всасывания продуктов их гидролиза
при специфичности процессов, происходящих в
каждом отделе пищеварительного тракта.

Выражения конвейерной организации пищеварения:

- 1.Преемственность процессов от полости рта в каудальном направлении.
- 2.Органная преемственность.
- 3.Преемственность процессов от центральной части содержимого желудка к примукозному слою.
- 4.Преемственность кишечного гидролиза нутриентов от вершины ворсинки к основанию.
- 5.Преемственность гидролиза нутриентов в полости тонкой кишки к пристеночному пищеварению.
- 6.Преемственность гидролиза димеров на апикальных мембранах энтероцитов и транспорта в него, а затем из энтероцита в межклеточную жидкость и кровь образовавшихся мономеров.
- 7.Преемственность ферментной деполимеризации нутриентов.
- 8.Преемственность гидролиза и всасывания.
- 9.Как частное выражение – законы П.Г. Богача: моторика в нижележащих отделах активируется, в вышележащих – угнетается.

Внепищеварительная активность ЖКТ.

- 1.Базальная электрическая активность
- 2.Периодическая деятельность ЖКТ

Базальная электрическая активность.

Причина: ГМК пищеварительного тракта обладают способностью генерировать медленные электрические волны 3-12 в минуту.

Во время деполяризации увеличивается активность для Na^+ Если достигается КУД, то дополнительно увеличивается проницаемость для Ca^{++} и он входит в клетку и на пике медленной волны развивается деполяризация, приводящая к развитию ПД и сокращению миоцитов.

Желудок:

1-3 цикла/мин. Пейсмекер находится в области малой кривизны рядом с кардиальным сфинктером

ДПК:

10-12 циклов/мин. Пейсмекер в области впадения общего желчного протока в кишку.

Подвздошная кишка:

6-8 циклов/мин.

Толстый кишечник 1-6 циклов/мин.

Периодическая деятельность ЖКТ.
Сущность периодической деятельности – в
отсутствии химуса в верхних отделах тонкой
кишки или во всем кишечнике у собак
периодически возникает ряд секреторных
явлений:

Сокращение пустого желудка

Выделение сока ПЖ и желчи, которые
сменяются периодами покоя.

Эта периодика прекращается с началом
пищеварения.

Патологические процессы и заболевания
ЖКТ (в т. ч. экспериментальные нарушения)
нарушают периодику

Периодическая деятельность была открыта

1902 г. Болдыревым

1939 Szurszewski

1950-60-90-е Вл.Д.Суходоло



В основе периодической деятельности лежит мигрирующий миоэлектрический комплекс. У людей он отличается постоянством характеристик и состоит из циклических повторяющихся фаз.

1. Фаза покоя – характеризуется наличием медленных волн, не сопровождающихся развитием ПД. 60-40% всего цикла.
2. Фаза нарастания моторной активности. Появляются отдельные сокращения желудка и тонкого кишечника, частота и сила которых постепенно нарастает. Появляются сокращения с минутным интервалом (минутный ритм). Скорость распространения сокращения 1,7-3 см/сек. Фаза занимает 20-30% от продолжительности цикла.
3. Фаза фронтальной активности. Максимальная активность в тонком кишечнике с полным перекрытием просвета. Продолжительность фазы 5-10 минут. Особенность – наличие ретроперистальтических движений (ретроперистальтический насос – характерен для ДПК).
4. Фаза последствий. Переход от интенсивных сокращений к фазе покоя.

Периодическая деятельность это не только моторные, но и секреторные проявления.

В отсутствии кислой желудочной секреции периодически появляется выделение желчи и сока ПЖ в кишку, секрета Бруннеровых желез, увеличение выделения слизи. У собак компонентом периодики является слюноотделение.

Со стороны гепатобилиарной системы увеличивается тонус и сократительная активность желчного пузыря, приводящая к увеличению внутрипузырного давления и выхода пузырьной желчи в кишку.

Взаимодействие периодической деятельности с другими системами организма (по В.Д. Суходоло).

ССС – в период работы желудка и тонкого кишечника начинается тахикардия увеличивается кровоснабжение органов пищеварения вследствие активации СДЦ.

ЦНС – у человека повышается ее активность, усиливаются некоторые рефлексy.

У животных:

ЦНС: беспокойство, изменение электрической активности n.vagus, изменения в КБП.

Дыхание: увеличение ЧД

Кровь: повышается активность ацетилхолинэстеразы, увеличивается содержание ацетилхолина и катехоламинов.

Обмен веществ: в период покоя снижаются, а в период работы повышаются – температура тела, газообмен, легочная вентиляция, уровень обменных процессов, увеличивается содержание глюкозы (выход из депо), изменяется активность окислительно-восстановительных ферментов.

Таким образом, при периодической деятельности ЖКТ изменяется деятельность ВСЕГО организма

Когда исчезают явления периодической деятельности?

- При кормлении животного – обычном или мнимом сразу наступает торможение движений желудка, затем появляется секреция кислого сока, характерная для сытого периода.
- Снижает проявление периодической деятельности вид, запах, поддразнивание животного пищей
- Факторы сытости: введение в ДПК HCl, механическое растяжение стенок желудка и ДПК.

Регуляция периодической деятельности ЖКТ

ЖКТ достаточно протяженный и задача регуляции – согласовать работу различных отделов ЖКТ.

Нервный уровень (по П.Г. Богачу): запускает периодику гипоталамус, соответствующие зоны активируются при снижении [питательных веществ] в крови и тканях.

Местный уровень: имеет место. Доказательство – периодика сохраняется в денервированном органе.

Гуморальные регуляторы: адреналин, серотонин.

Значение периодики:

Болдырев (первооткрыватель) – периодическая деятельность необходима для снабжения определенными ферментами тканей организма.

Бабкин – периодическая деятельность необходима для накопления определенных пищеварительных соков.

Салмин – периодическая деятельность – результат суммации импульсов в пищеварительных центрах.

Лихачев, Аничков – периодическая деятельность нужна для экскреции накопившихся ненужных продуктов.

Наиболее адекватна теория П.Г. Богача.

Периодическая деятельность возникает в момент перехода клеток на эндогенное питание.

Первопричиной периодики является возникающее чувство голода, заставляющее удовлетворять потребность в питательных веществах за счет собственных ресурсов организма.

Пищеварение в полости рта. Методы изучения слюноотделения. Состав и физиологическое значение слюны. Нервные и гуморальные механизмы регуляции слюноотделения. Закономерность, специфичность и приспособляемость в деятельности слюнных желез. Возрастные особенности состава слюны у детей. Возрастные характеристики слюноотделения.

Пищеварение в ротовой полости.

Моторный компонент – ф-я – изменение физических свойств пищи.

Все компоненты зубочелюстной системы (образуют единое целое).

Лицевой скелет (лицевая часть черепа)

Височно-нижнечелюстной сустав

Язык

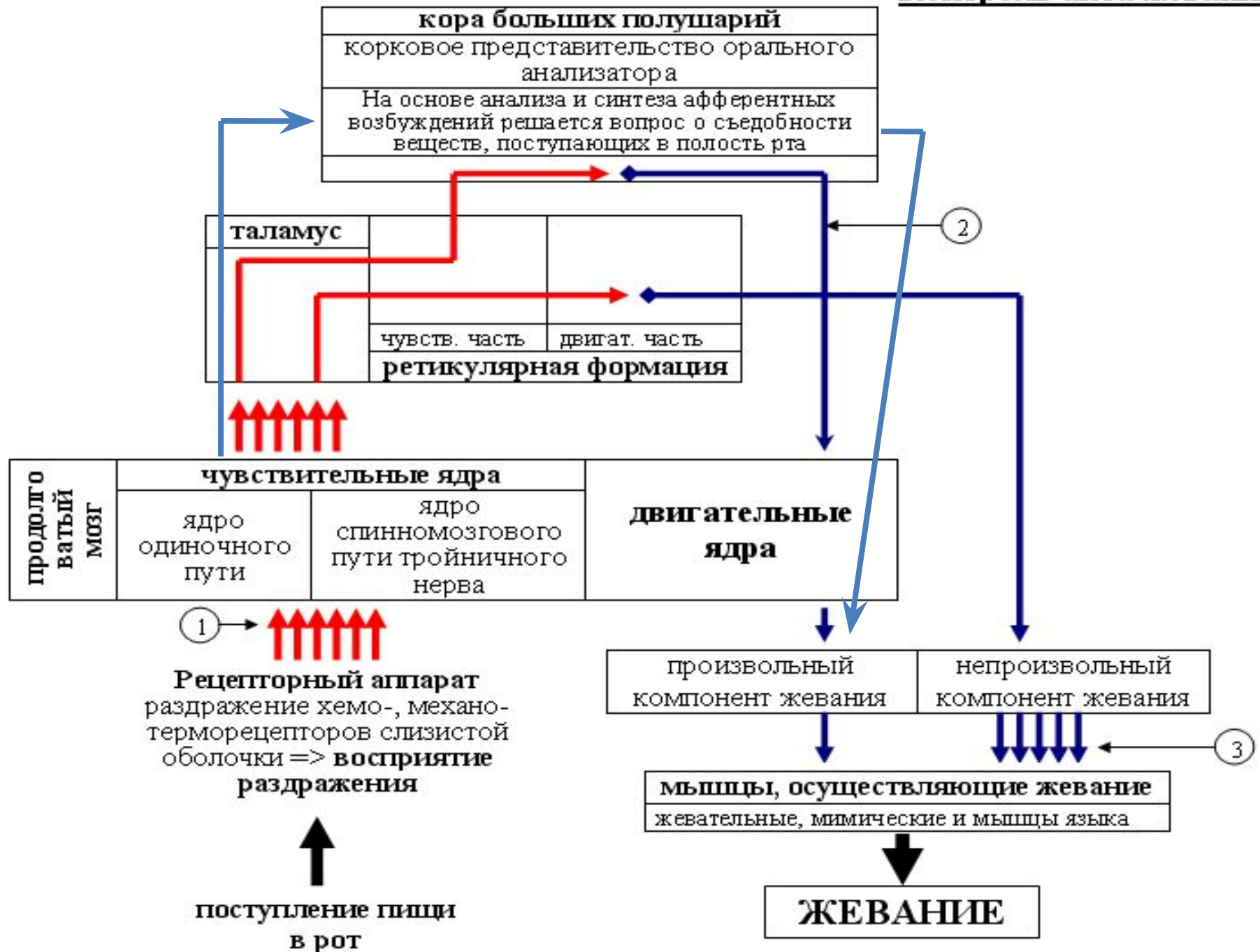
Мышцы (мимические и жевательные)

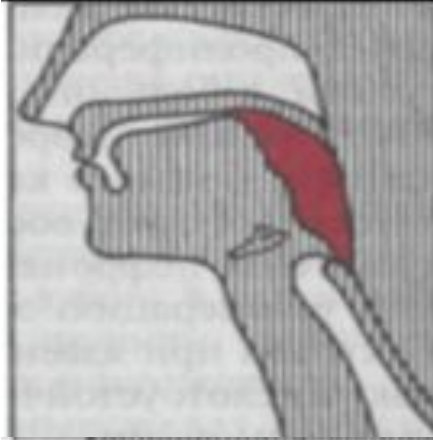
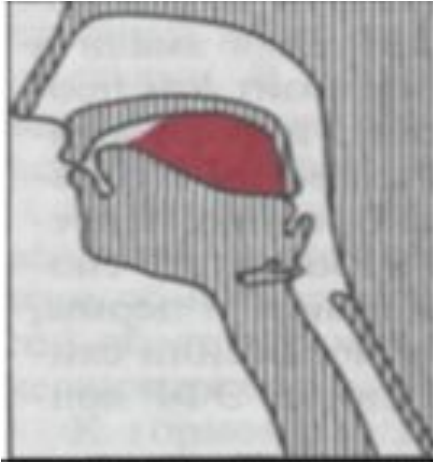
Нервная система

Система кровообращения.

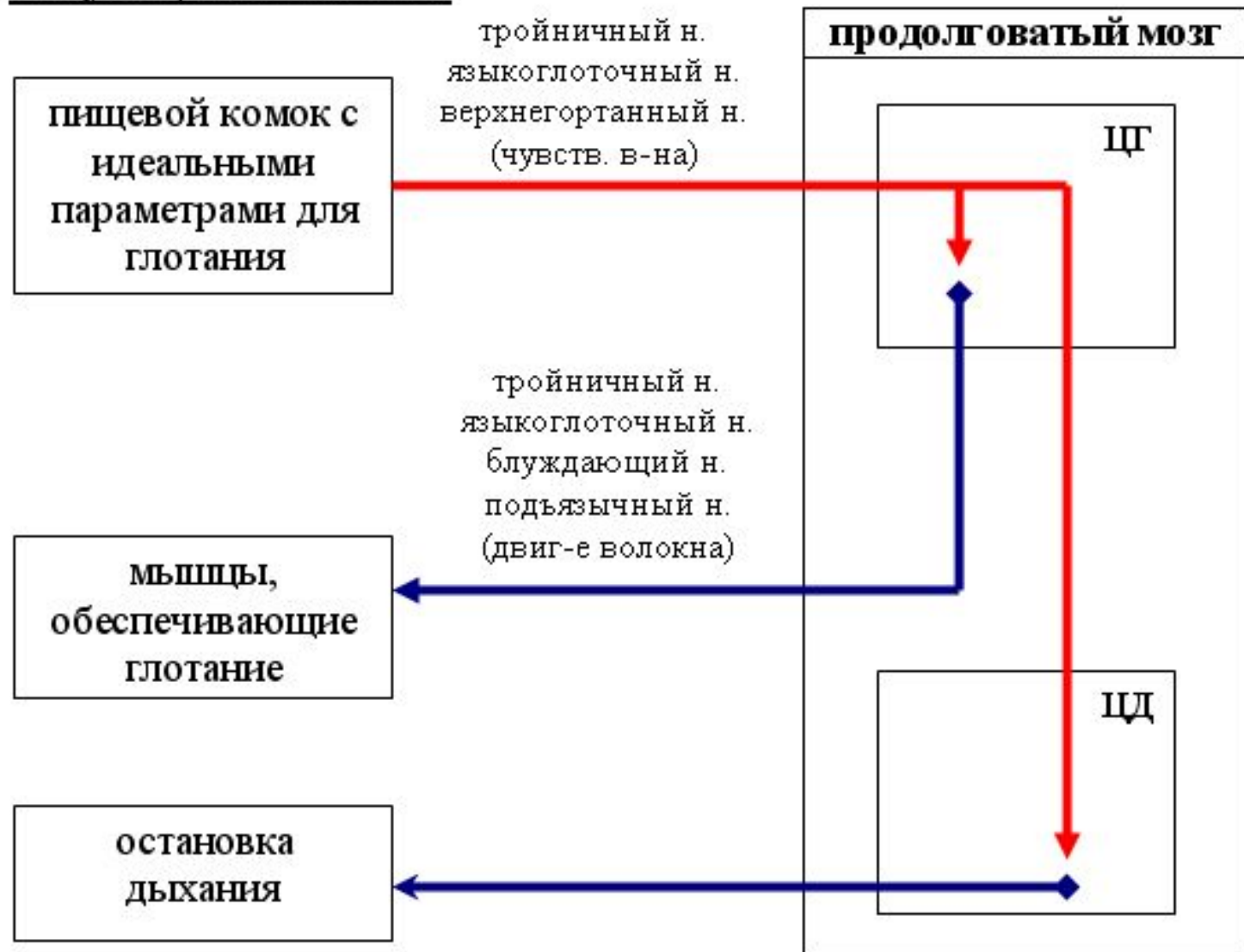
Секреторный компонент – изменение химических свойств пищи.

Контроль акта жевания





Регуляция глотания



ЖИДКОСТИ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ

```
graph TD; A[ЖИДКОСТИ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ] --> B[СЛЮНА]; A --> C[РОТОВАЯ Ж-ТЬ]; A --> D[ДЕСНЕВАЯ Ж-ТЬ];
```

СЛЮНА

непосредственно
секрет из протоков
слюнных желез

РОТОВАЯ Ж-ТЬ

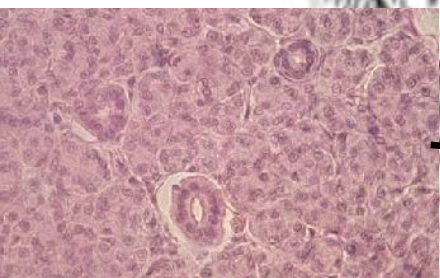
слюна + включения:

- слюнные тельца
(видоизмененные
клетки: эпителиальные,
нейтрофилы (2000-
4000/мм³), лимфоциты);
- слизь носоглотки;
- микроорганизмы
(около 40000 живых
микроорганизмов в
мм³);
- остатки пищи

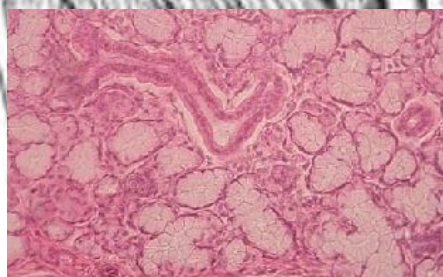
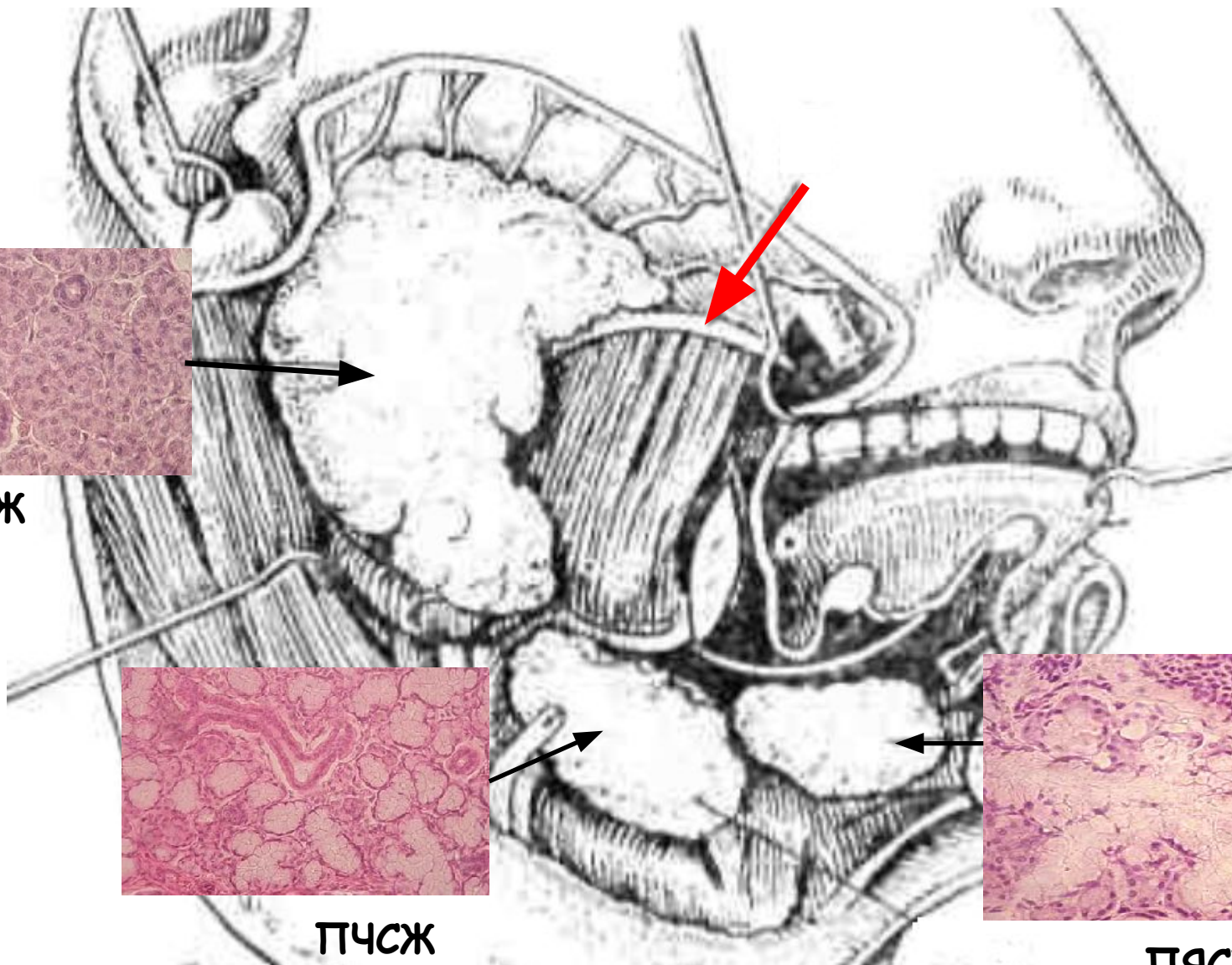
ДЕСНЕВАЯ Ж-ТЬ

Ж-ть зубодесневого
желобка – транссудат
сыворотки, содержит:

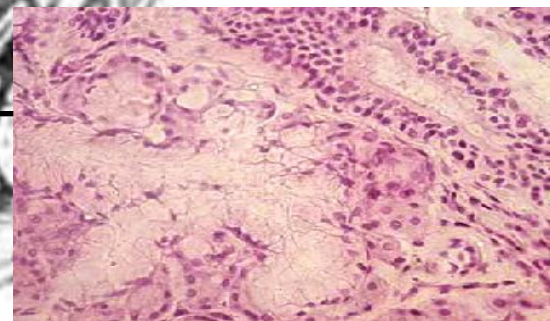
- лейкоциты;
- белковые
фракции;
- десквамирован-
ный эпителий;
- мин-е в-ва



ОУСЖ



ПЧСЖ



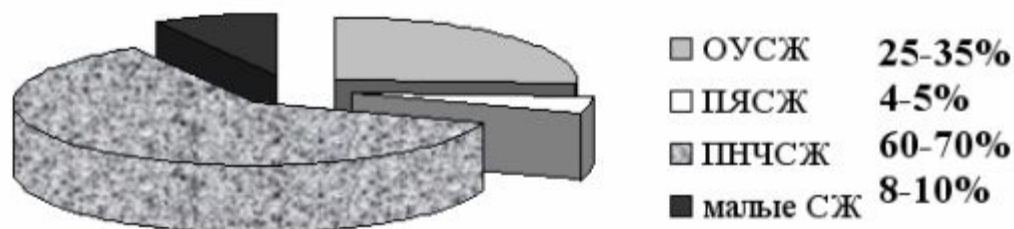
ПЯСЖ

Гистологические данные о половом диморфизме подчелюстных слюнных желёз млекопитающих. (По данным обзоров Герловина Е. Ш., Кричевской И. Е., Шубниковой Е. А., Бабаевой А. Г.)

ТКАНЕВОЙ УРОВЕНЬ 	Показатель	Животное	Самцы	Самки
	<u>Зернистые трубки</u>	Крысы, мыши	Выше, чем у самок	Ниже, чем у самцов
	-число зернистых трубок			
	-общая площадь протоковой системы	Крысы	2/3 паренхимы железы	1/3 паренхимы железы
	- <u>Зернистых</u> трубок <u>в</u> сей железы	Мыши	40±2,4	16,1±1,5
	-средний диаметр зернистых трубок	Крысы	40-45 мкм	36 мкм
	-характер эпителия	мыши	Высокий пирамидальный	Кубический или слегка удлинённый
	-число секреторных гранул	Большинство млекопитающих	Есть в большом количестве	Нет

СЛЮНООТДЕЛЕНИЕ

I. Вклад отдельных слюнных желез в общие показатели секреции:



II. Основные показатели слюноотделения:

- Суточное слюноотделение - **0,5 до 2,5 л**
- Базальная секреция – **0,08-1,83 мл/мин**
- Стимулированная секреция – **0,2 – 5,7 мл/мин**
- Жевание – до **200 мл/мин**

СОСТАВ СЛЮНЫ

Вода	- 994 г/л
Белки	-1,4-6,4 г/л
Муцин	- 0,8-0,6 г/л
Холестерол	-0,02-0,5 г/л
Глюкоза	- 0,1-0,3 г/л
Аммоний	- 0,01-0,12 г/л
Мочевая кислота	-0,005-0,03 г/л
Na ⁺	- 6-23 ммоль/л
K ⁺	- 14-41 ммоль/л
Ca ⁺⁺	- 1,2-2,7 ммоль/л
Mg ⁺⁺	- 0,1-0,5 ммоль/л
Cl ⁻	- 5-31 ммоль/л
HCO ₃ ⁻	- 2-13 ммоль/л
Мочевина	- 140-750 ммоль/л

функциональные группы белков
слюны

I. Ферменты:

1) участвующие в расщеплении
нутриентов и продуктов
организма;

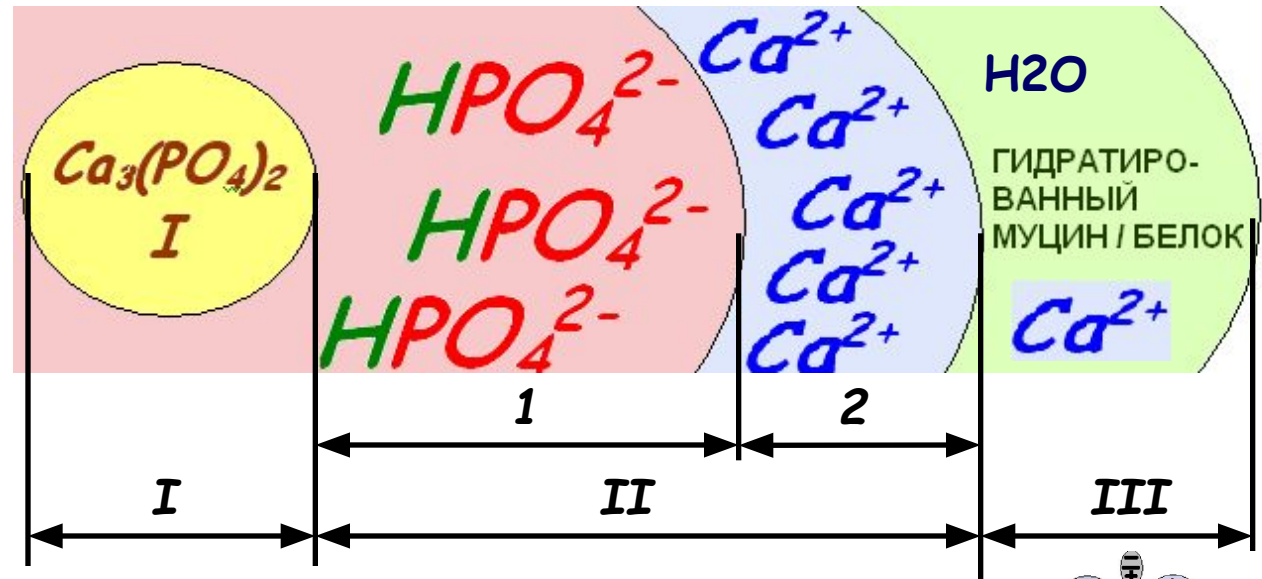
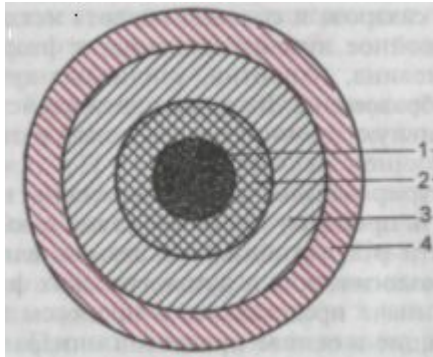
2) участвующие в защите
организма (протеиназы и их
ингибиторы);

II. Иммунные факторы: IgAs, IgG, IgM, IgE

III. Гормоноиды и биологически активные вещества:

- эритропоэтин;
- факторы роста (КСФ, HFG, FGM, TGF, NFG, EFG, FGF);
- факторы некроза (ФНО);
- инсулиноподобный белок (аналог инсулина)

2. Слюна, состав и строение слюны



Строение мицелл:

I. Ядро

II. Адсорбционный слой

а) потенциалопределяющий

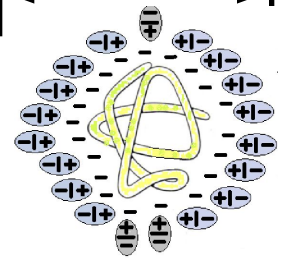
б) противоионный

III. Диффузионный слой

Функции слоев:

минерализация эмали
зуба

фиксация и привлечение кальция
стабилизация мицелл



Доказательства мицеллярного строения слюны:

1. Наличие коллоидных частиц в слюне.
2. Жидкокристаллическая структура слюны и ее нарушения при неблагоприятных условиях в полости рта.
3. Неспособность ионов Ca^{++} и HPO^{--} , находящихся в слюне в избытке образовывать истинные растворы в воде (в тех количествах, в которых они присутствуют в слюне).
4. Большое количество осадка в слюне и более высокая ее вязкости у кариес-восприимчивых людей.

- Функции слюны:

I Пищеварительные функции

II Непищеварительные функции

- Минерализующая функция слюны
- Защитная функция слюны:

Барьерная

Бактериостатическая

Антивирусная

антитоксическая

Стимулируется фагоцитоз

- Участие в гомеостазе
- Трофическая функция слюны
- Как продуценты БАВ
- Слюнные железы как экскреторный орган

Благодарю за внимание !