

# ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

## Лекция 1

# **ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА: ОБЩИЙ ОБЗОР**

- **Пищеварение** – совокупность процессов, осуществляющих механическую и ферментативную обработку пищевых веществ до компонентов, лишенных видовой специфичности и пригодных к всасыванию, т.е. к участию в метаболизме организма человека и ЖИВОТНЫХ.

# Классификации процессов пищеварения

## По источнику ферментов:

- **Собственное** – за счет ферментов, вырабатываемых самим организмом;
- **Симбионтное** – за счет ферментов, вырабатываемых симбиотическими микроорганизмами;
- **Аутолитическое** - за счет ферментов, содержащихся в самой пище.

## По локализации процесса:

- **Внутриклеточное** – переваривание лизосомальными ферментами после эндоцитоза;
- **Внеклеточное** – переваривание ферментами, выделяемыми в просвет ЖКТ:
  - 1) **Полостное (дистантное)**
  - 2) **Пристеночное (контактное)**

# Внеклеточное пищеварение

- **Полостное (дистантное) –**  
действующие ферменты находятся в полости ЖКТ, смешаны с химусом;
- **Пристеночное (контактное) –**  
действующие ферменты адсорбированы на поверхности гликокаликса, покрывающего микроворсинки щеточной каемки кишечника.

# **Пять базовых процессов пищеварения («Этапы пищеварения»):**

- Моторный**
- Рецепторный**
- Секреторный**
- Всасывание**
- Экскреция**

# **Моторный этап.**

Решаются следующие задачи:

- **Захват и механическая обработка пищи;**
- **Перемешивание с пищеварительными соками;**
- **Продвижение содержимого по ЖКТ;**
- **Регуляция химической обработки за счет моторики (например, сфинктеры отделяют один компартмент ЖКТ от другого, в каждом – свой рН, набор ферментов и т.п.);**
- **Усиление всасывания за счет улучшения контакта химуса со стенками ЖКТ.**

# **Рецепторный этап.**

Решаются следующие задачи:

- **Узнавание веществ;**
- **Запуск механизмов регуляции.**

## **Секреторный этап.**

Решаются следующие задачи:

- **Выделение пищеварительных соков;**
- **Выделение веществ, обеспечивающих условия пищеварения (соляной кислоты, бикарбонатов, желчи);**
- **Выделение веществ, защищающих ЖКТ;**
- **Выделение регуляторов.**



## **Всасывание.**

Решается следующая задача:

- **Введение питательных веществ во внутреннюю среду организма.**

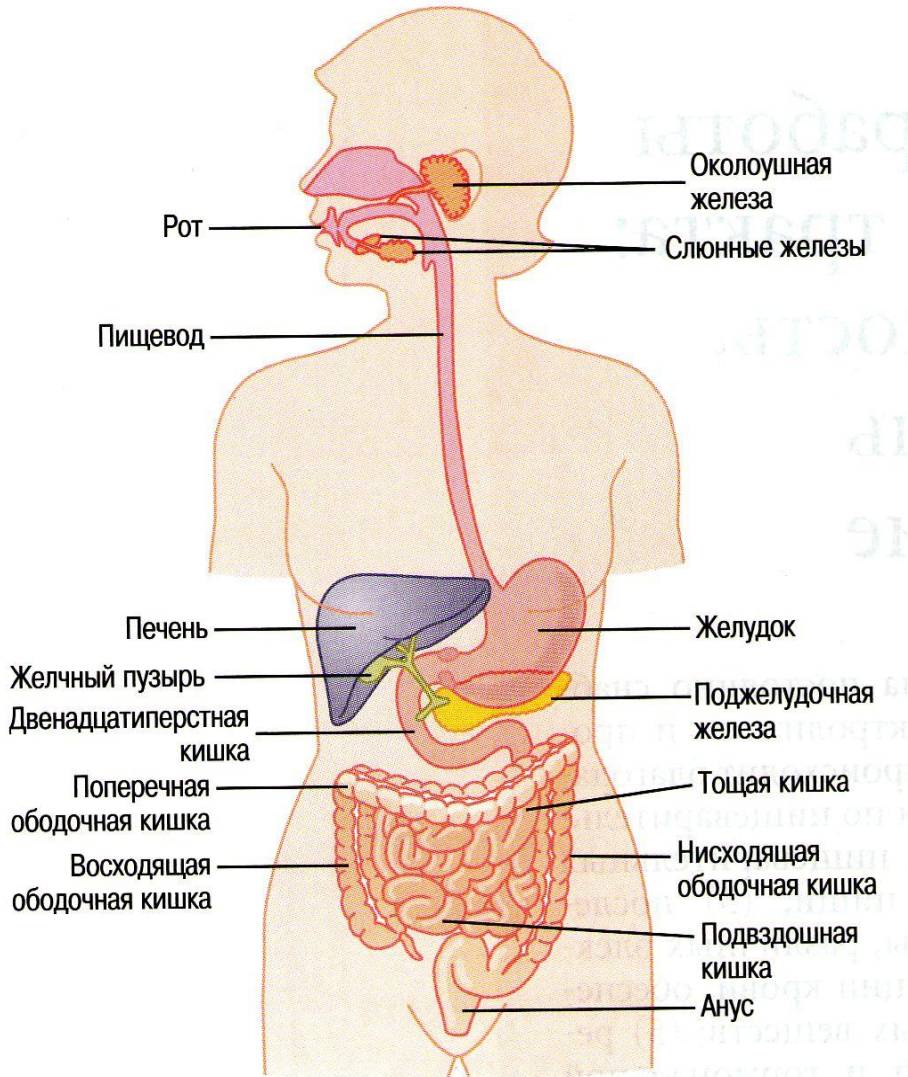
# Экскреция.

Решаются следующие задачи:

- **Выведение во внешнюю среду метаболитов, ядов, лекарственных веществ;**
- **Участие в обмене веществ;**

Фармакологическая коррекция процессов всасывания-эксекреции позволяет регулировать обменные процессы и нарушения пищеварения (например, использование сорбентов при гиперхолестеринемии, использование английской соли для уменьшения всасывания воды).

**Пищеварительная система** образована длинной мускульной трубкой – желудочно-кишечным трактом (ЖКТ), или пищеварительным каналом, - и вспомогательными органами.



**1. ЖКТ** состоит из ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, тонкого кишечника, толстого кишечника, прямой кишки и анального канала.

**2. Вспомогательные органы** включают язык, зубы, слюнные железы, поджелудочную железу, печень и желчный пузырь.

# РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ, ГЛОТКА И ПИЩЕВОД

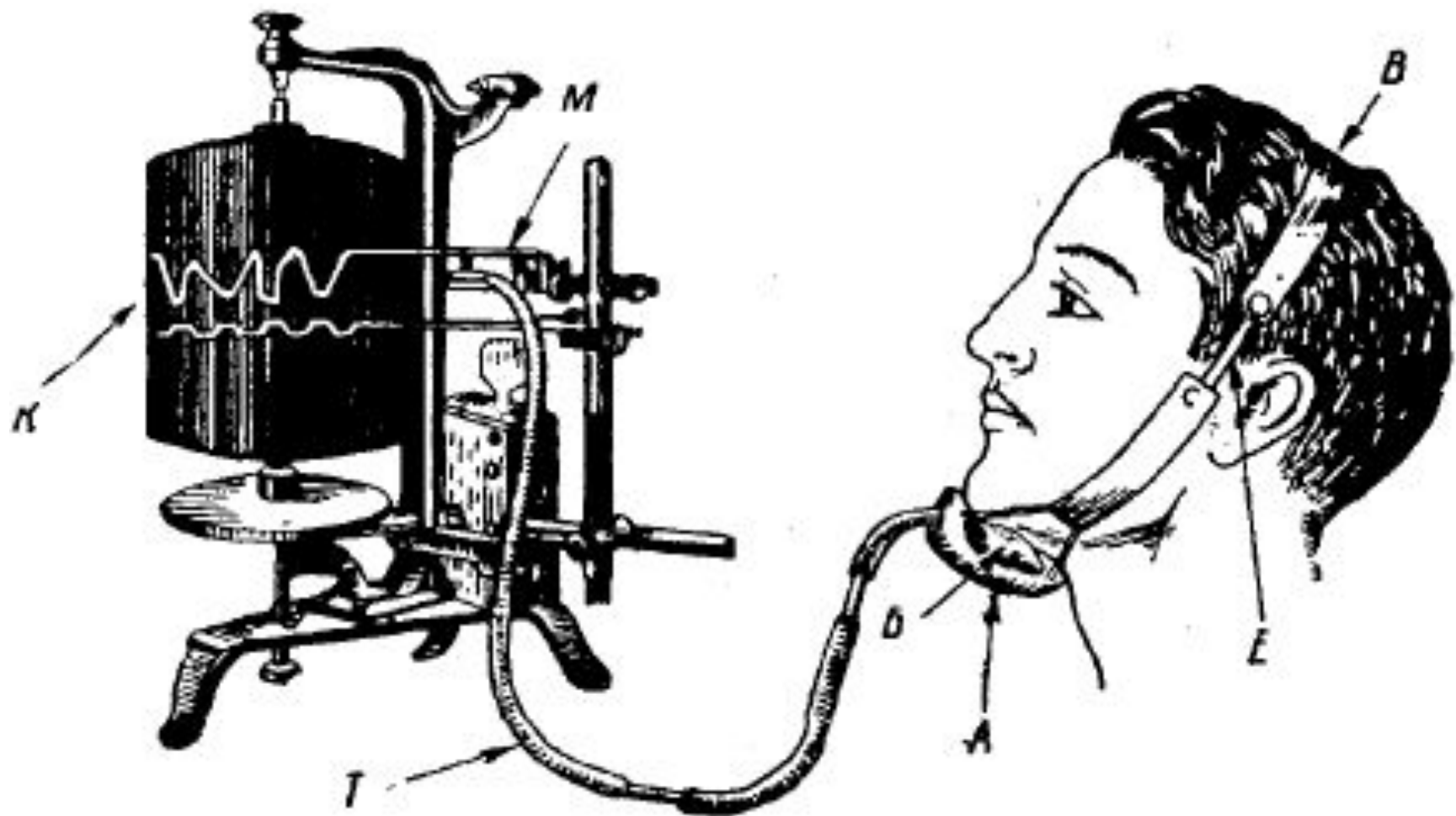
**Жевательный рефлекс.** Может регулироваться: **произвольно** (корой больших полушарий), и **непроизвольно** (рефлекторными центрами ствола мозга, которые способствуют открыванию и закрыванию рта).

- **a.** Когда рот открывается, рецепторы **растяжения жевательных мышц** вызывают рефлекторное сокращение массетера, медиальной крыловидной мышцы и височных мышц. При этом рот закрывается.
- **b.** Когда рот закрывается, пища приходит в контакт с **буккальными рецепторами**, вызывая рефлекторное сокращение двубрюшной и латеральной крыловидной мышц, заставляющих рот открываться.
- **c.** Когда рот открывается, рефлекс растяжения вызывает **повторение всего цикла**.
- **d.** **Язык** вносит свой вклад в процесс измельчения пищи, помещая пищу между верхними и нижними зубами.

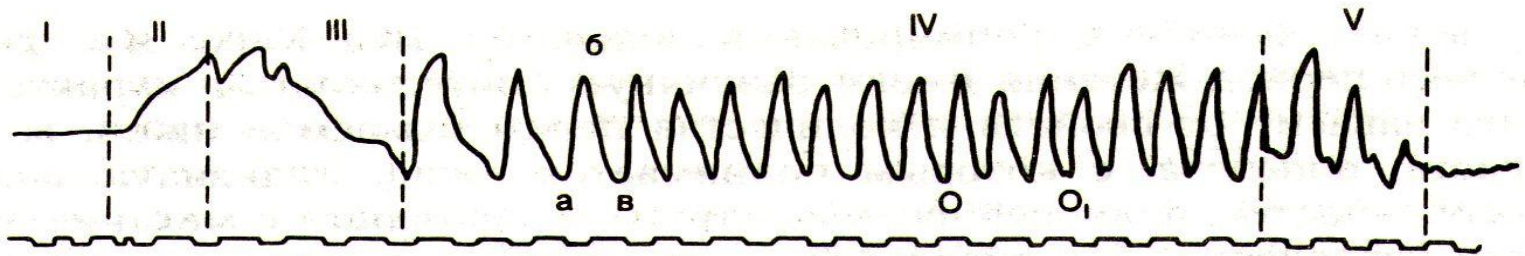
# Функции жевания.

- **a.** Жевание размельчает пищу на более мелкие кусочки ( $0,5 \text{ см}^3$ )
- **b.** При жевании пища смешивается с секретом слюнных желез
- **c.** Жевание приводит пищу в соприкосновение с вкусовыми рецепторами и способствует стимуляции обонятельных рецепторов.

# Мастикациография



# Фазы жевания (по мастикациограмме)



Кимограмма жевательного периода (по И. С. Рубинову).

I — фаза покоя; II — фаза введения пищи в рот; III — ориентировочная фаза; IV — основная фаза; V — фаза формирования пищевого комка; а—б — опускание нижней челюсти, б—в — подъем нижней челюсти; о—о<sub>1</sub> — момент размалывания пищи. Внизу отметка времени 1 с.

- Фаза покоя
- Введение пищи в рот
- Ориентировочное жевание
- Основная фаза (регулярные жевательные движения)
- Формирование пищевого комка

# Рецепторы ротовой полости:

- Вкусовые (на языке)
- Тактильные (на мягком и твердом небе)
- Температурные (на всей слизистой оболочке ротовой полости)
- Болевые (на всей слизистой оболочке ротовой полости)

**В определении качества пищи также принимают участие:**

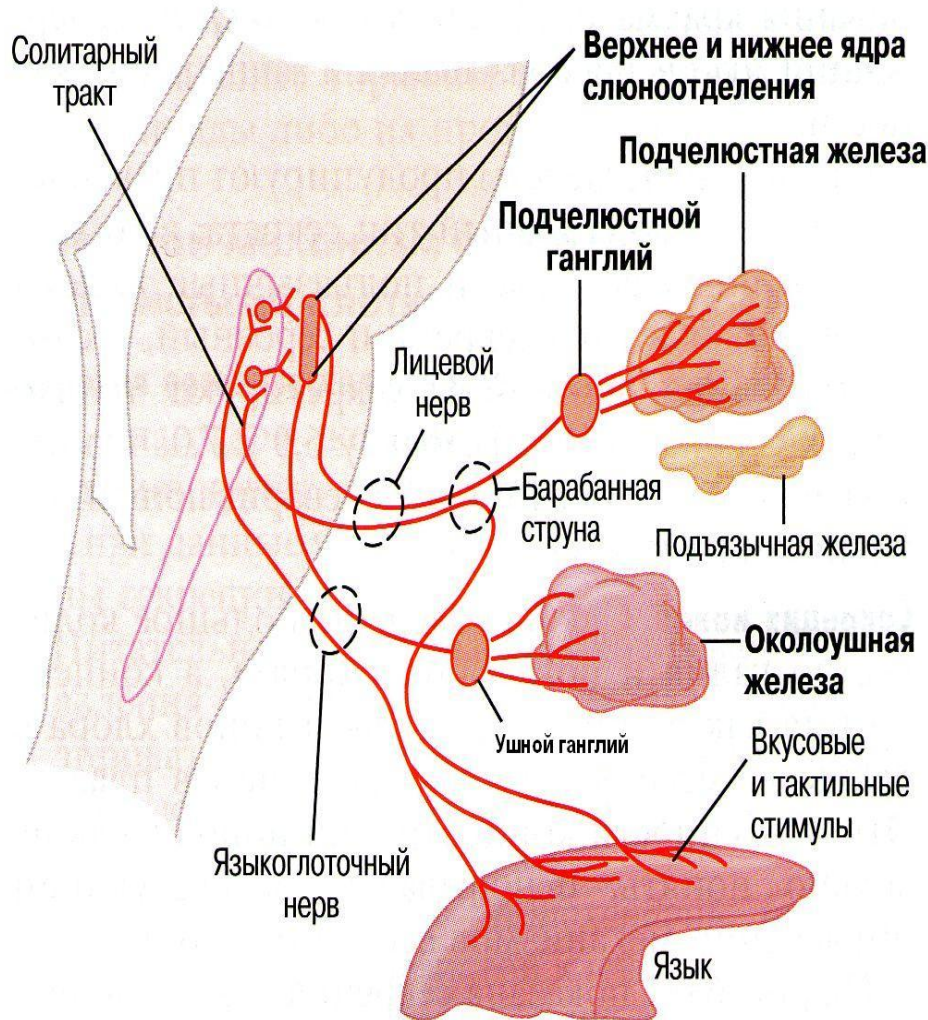
1. Обонятельные рецепторы
2. Проприорецепторы жевательной мускулатуры



# Роль рецепторов ротовой полости в регуляции пищеварения

- **Определение качества** пищи
- Запуск и регуляция важнейших **рефлексов** ротовой полости (слюноотделения, жевания, ротовой фазы глотания)
- Запуск **секреторной активности** нижележащих отделов ЖКТ (желудочной и панкреатической секреции, а также выделения желчи)

# Слюнные железы.



- **Околоушные железы**, расположенные около угла челюсти, - это наиболее крупные железы. Они секретируют жидкую слюну.
- **Поднижнечелюстные и подъязычные железы** выделяют слюну, которая содержит высокую концентрацию белка, поэтому она более вязкая.
- **Мелкие железы**, расположенные по всей ротовой полости. Мелкие железы языка секретируют лингвальную липазу.

# Регуляция секреции слюны.

- a. Секреция слюны полностью контролируется рефлексамии вегетативной нервной системы.
  - 1) Стимуляция **парасимпатической нервной системы** приводит к секреции большого объема водянистой слюны, богатой электролитами, но бедной протеинами.
  - 2) Стимуляция **симпатической нервной системы** вызывает секрецию небольшого объема слюны, содержащей высокую концентрацию муцина.
- b. **Рефлекторное слюноотделение** вызывается мыслями о еде, запахом, вкусом пищи, а также ее присутствием в пищеварительном канале.

# Состав слюны.

(рН 5,25-8; 0,5-2 л/сут.)

- **а. Электролиты.** Концентрация электролитов зависит от скорости секреции, по сравнению с плазмой крови, слюна гипотонична и содержит более высокую концентрацию  $K^+$  и  $HCO_3^-$  и более низкую концентрацию  $Na^+$  и  $Cl^-$ .
- **б. Протеины.** В слюне обнаруживаются:
  - 1) **Ферменты**, альфа-амилаза, мальтаза и лингвальная липаза, начинают переваривание крахмала и жиров.
  - 2) **Муцин** это гликопротеин, который обволакивает пищу и делает пищевой комок более скользким.
  - 3) **Лизоцим** – бактерицидное вещество.

# Функции слюны

## А) Пищеварительные

1. **Ферментативная**
2. **Растворение пищевых веществ** для возможности вкусовой рецепции
3. **Смазывание пищевого комка** для лучшего проглатывания
4. **Охлаждение** слишком горячей пищи, **нейтрализация** и **разбавление** слишком концентрированных растворов, принятых с пищей (уксусная и лимонная кислоты, поваренная соль, сахар)
5. **Увлажнение** ротовой полости для возможности жевания

## В) Непищеварительные

- 1) **Увлажнение** ротовой полости для возможности **речи**
- 2) **Бактерицидная** (содержит лизоцим)
- 3) **Терморегуляторная** (у животных – для усиления испарения влаги с поверхности ротовой полости)
- 4) **Гигиеническая** (у животных) – способствует очистке шерсти
- 5) **Коммуникативная** (у животных) – способствует оставлению запаховой метки

# Слюна также способствует:

- Смыванию с ротовой полости остатков пищи;
- Минерализации зубов;
- Усилению кровотока в ротовой полости (содержит компоненты кинин-калликреиновой системы);
- Процессам регенерации и репарации слизистой оболочки ротовой полости.

# Всасывание в ротовой полости

- Имеет небольшое физиологическое значение, т.к. пища находится здесь не более 20 секунд
- Происходит в обход воротной системы печени
- Происходит интенсивно, т.к. ротовая полость обильно васкуляризована
- Всасываются водорастворимые и спирторастворимые вещества (электролиты, в т.ч. соли тяжелых металлов и нитраты, спирты, углеводные мономеры, витамины и т.п.)

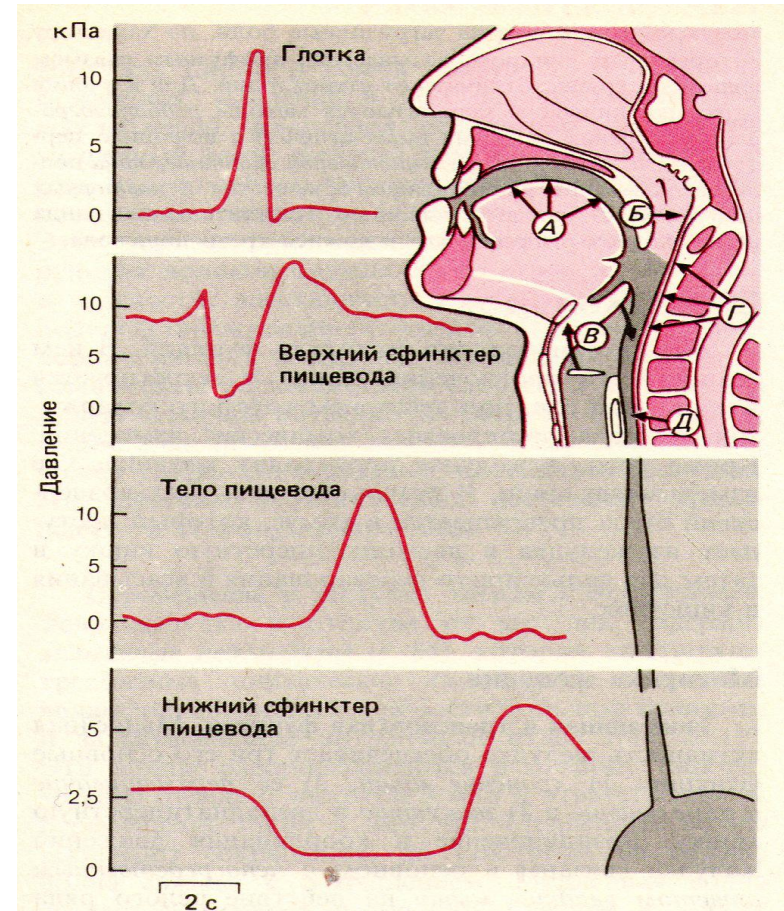
# Экскреция в ротовой полости

- Не имеет большого физиологического значения, т.к. содержимое ротовой полости проглатывается или всасывается
- Экскретируются: водорастворимые вещества
- Экскреция возрастает при отравлениях, курении (цианиды,  $\text{CO}_2$ ) и недостаточности функции почек
- Экскретируемые вещества ощущаются на вкус и формируют запах изо рта
- Диагностическое значение имеет экскреция солей тяжелых металлов (темный налет на зубах), аммиака, мочевины и мочевой кислоты (при заболевании почек) и ацетона (при сахарном диабете), также специфические налеты на поверхности языка



# Глотание.

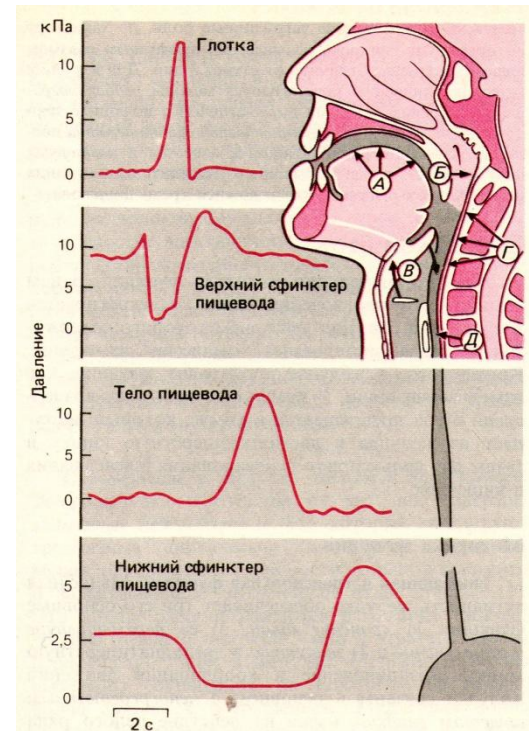
1. Фазы глотания:
  - а. Ротовая фаза (произвольная);
  - б. Глоточная фаза (быстрая, непроизвольная);
  - с. Пищеводная фаза (медленная, непроизвольная).



Рото-глоточная и пищеводная фазы глотания. А. Язык прижимается к твердому нёбу. Б. Носоглотка перекрывается мягким нёбом. В. Гортань поднимается, и надгортанник перекрывает вход в трахею. Г. Мышцы глотки начинают сокращаться. Д. Рефлекторно открывается верхний сфинктер пищевода. Кривые (слева) показывают изменения давления в глотке, верхнем сфинктере пищевода, теле пищевода и нижнем сфинктере пищевода

# Ротовая фаза.

Во время произвольной фазы язык формирует пищевой комок и направляет его в глотку, проталкивая назад за твердое небо.

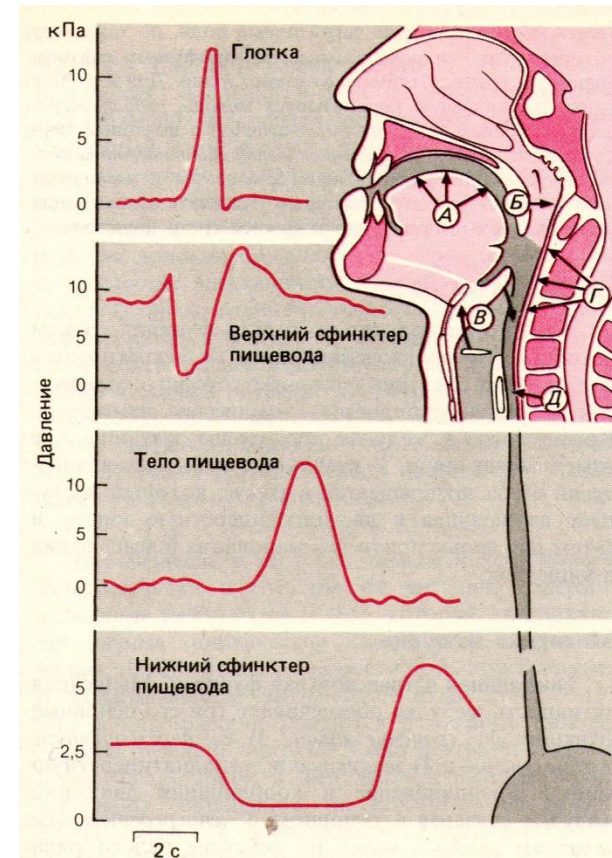


Рото-глоточная и пищеводная фазы глотания. А. Язык прижимается к твердому небу. Б. Носоглотка перекрывается мягким небом. В. Гортань поднимается, и надгортанник перекрывает вход в трахею. Г. Мышцы глотки начинают сокращаться. Д. Рефлекторно открывается верхний сфинктер пищевода. Кривые (слева) показывают изменения давления в глотке, верхнем сфинктере пищевода, теле пищевода и нижнем сфинктере пищевода



# Глоточная фаза.

- 1) Регулируется **глотательным центром**, расположенным в продолговатом мозге и в нижней части моста.
  - a) Полость носа перекрывается мягким небом;
  - b) Небно-глоточные складки вытягиваются в медиальном направлении, формируя канал, по которому пища продвигается в глотку.
  - c) Гортань и голосовые связки закрываются, а надгортанник опускается, прикрывая вход в гортань, **что направляет пищу в пищевод, в обход воздухоносных путей.**
  - d) Пищевой комочек проталкивается в пищевод перистальтическими сокращениями глотки и открывает верхний сфинктер пищевода.
  
- 2) На протяжении глоточной фазы глотания (1-2 секунды) дыхание тормозится.

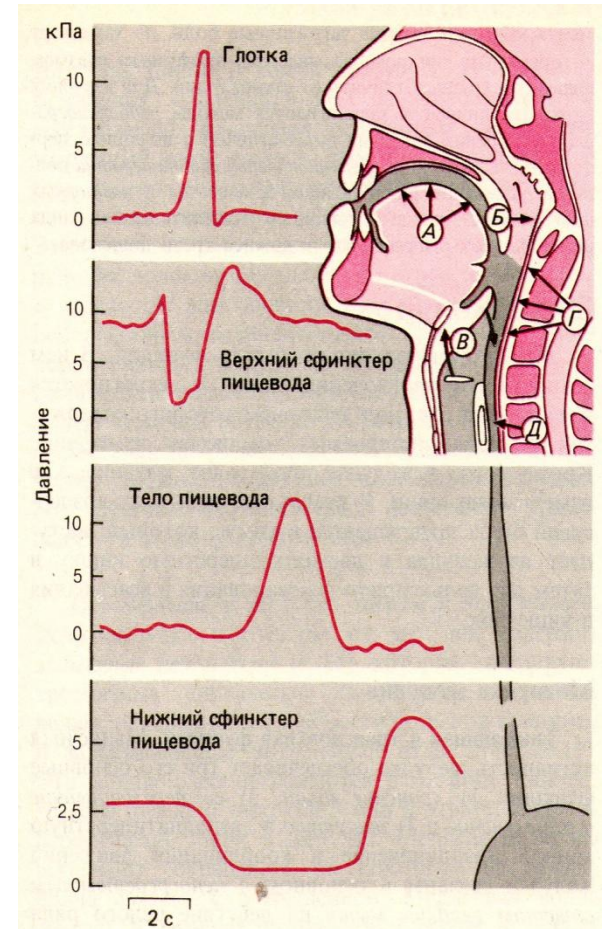


Рото-глоточная и пищеводная фазы глотания. А. Язык прижимается к твердому нёбу. Б. Носоглотка перекрывается мягким нёбом. В. Гортань поднимается, и надгортанник перекрывает вход в трахею. Г. Мышцы глотки начинают сокращаться. Д. Рефлекторно открывается верхний сфинктер пищевода. Кривые (слева) показывают изменения давления в глотке, верхнем сфинктере пищевода, теле пищевода и нижнем сфинктере пищевода

# Пищеводная фаза.

Сила перистальтических движений пропорциональна размеру пищевого комка, поступающего в пищевод.

- а) Верхний сфинктер пищевода** образован поперечнополосатой мускулатурой и полностью контролируется волокнами блуждающего нерва, иннервирующими пищевод. Его тонус поддерживается постоянной импульсацией постганглионарных нейронов, управляемых вагусом. Медиатор, который выделяется из этих окончаний – ацетилхолин (Ах).
- б) Нижний сфинктер пищевода** образован гладкой мускулатурой. Его тонус поддерживается миогенными процессами. Нейроны метасимпатической нервной системы, управляемые вагусом, вызывают расслабление нижнего сфинктера пищевода в процессе перистальтики. Предполагаемый медиатор – АТФ или вазоактивный интестинальный пептид (ВИП).



Рото-глоточная и пищеводная фазы глотания. А. Язык прижимается к твердому нёбу. Б. Носоглотка перекрывается мягким нёбом. В. Гортань поднимается, и надгортанник перекрывает вход в трахею. Г. Мышцы глотки начинают сокращаться. Д. Рефлекторно открывается верхний сфинктер пищевода. Кривые (слева) показывают изменения давления в глотке, верхнем сфинктере пищевода, теле пищевода и нижнем сфинктере пищевода

# Типы перистальтики пищевода.

- **а) Первичная перистальтика** начинается, когда пища попадает в пищевод из полости глотки.
- **б) Вторичная перистальтика** вызывается присутствием пищи в пищеводе.

# Первичная перистальтика пищевода

- I) Как только пища попадает в пищевод, верхний сфинктер пищевода закрывается для предотвращения регургитации пищи в полость рта.
- II) Перистальтическая волна движется довольно медленно (3-4 см/сек).
- III) Как только пища поступает в желудок, нижний сфинктер пищевода закрывается для того, чтобы предотвратить регургитацию пищи в пищевод.
- IV) Если после глотания пища по пищеводу не проходит, то вызываемая этим процессом перистальтическая волна будет очень слабой, либо вовсе не проявится.

# Вторичная перистальтика пищевода

- I) После того, как заканчивается первичная перистальтика, некоторое количество пищи, остающееся в пищеводе, раздражает механорецепторы, вызывая другую перистальтическую волну.
- II) Вторичные перистальтические волны продолжаются до тех пор, пока вся проглоченная пища не будет удалена из пищевода.

# Регуляция перистальтики пищевода

- **Первичная перистальтика пищевода регулируется волокнами блуждающего нерва, выходящими из глотательного центра в продолговатом мозге, которые активируются как часть глотательного рефлекса.**
- **Вторичная перистальтика пищевода регулируется внутренней (метасимпатической) нервной системой пищевода. Аfferентные волокна начинаются от рецепторов растяжения, расположенных в стенке пищевода.**



# Нарушения глотания

- **Эзофагеальный рефлюкс** – заброс желудочного содержимого в пищевод.
- **Отрыжка** – выход газового пузыря через верхний сфинктер пищевода после приема тяжелой пищи.
- **Ахалазия** это нервно-мышечное расстройство нижних двух третей пищевода, которое приводит к отсутствию перистальтики и неспособности нижнего сфинктера пищевода расслабляться.