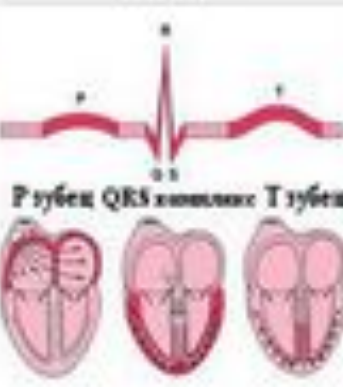
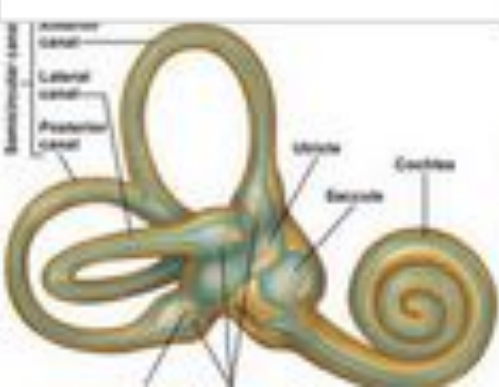
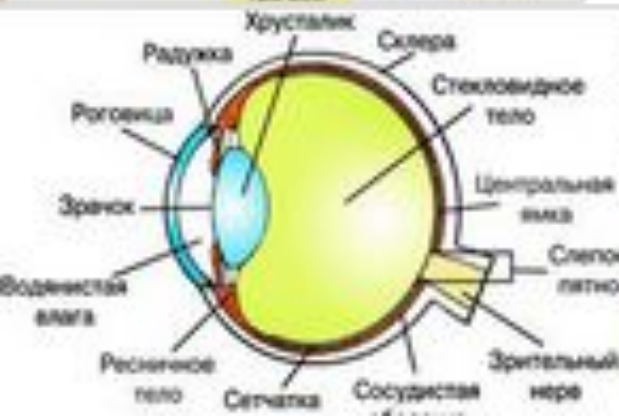
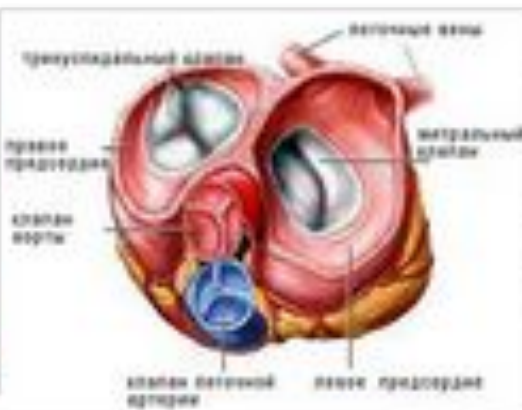
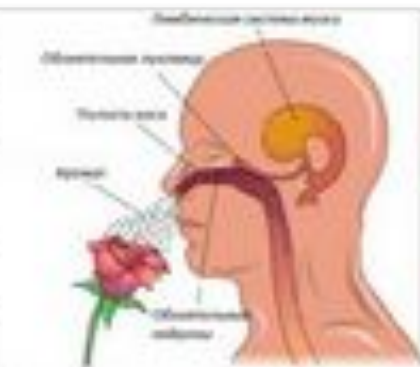
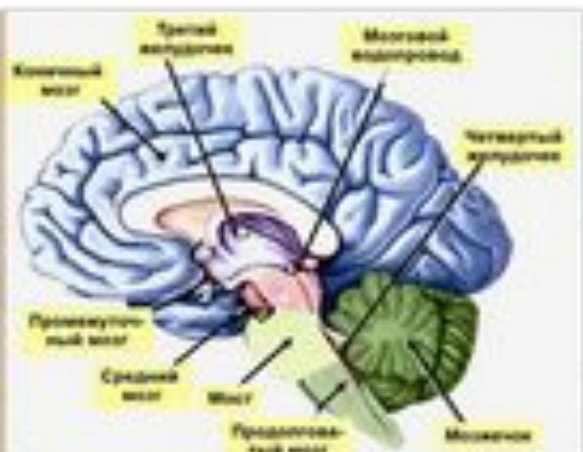
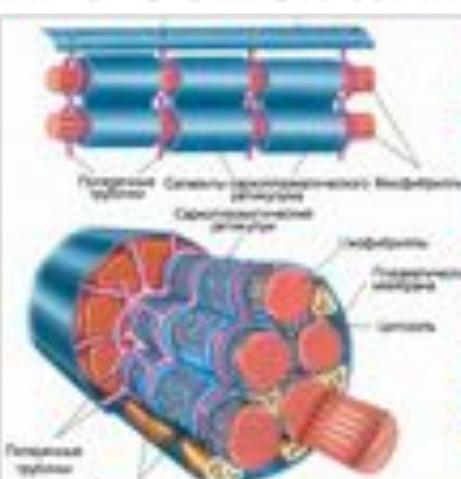
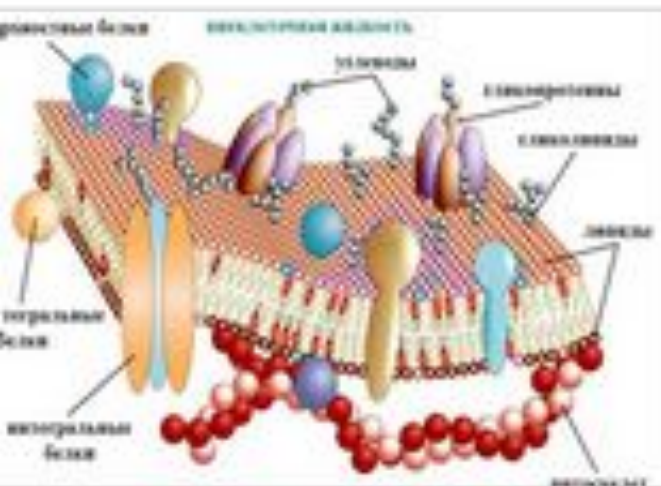


# Физиология с основами анатомии



# План лекции

## Тема 7. Строение и функции пищеварительной системы.

### Тема 7.1. Строение пищеварительного тракта. Пищеварение в ротовой полости, в желудке.

Строение и функции ЖКТ. Жевание, его природа, саморегуляция. Слюнообразование и слюноотделение. Глотание, его фазы и механизмы. Нервные и гуморальные механизмы регуляции этих процессов.

Функции желудка. Количество, состав и свойства желудочного сока. Фазы желудочной секреции, их нервно-гуморальные механизмы.

### Тема 7.2. Механизмы пищеварения и всасывания в кишечнике

Особенности пищеварения в тонкой кишке. Функции, количество, состав и свойства поджелудочного сока.

Функции печени. Механизмы желчеобразования, депонирования и желчевыделения, их регуляция.

Моторная деятельность тонкой и толстой кишки, ее особенности, значение, механизмы регуляции.

Акт дефекации. Всасывание продуктов пищеварения в различных отделах пищеварительного тракта, его механизмы.

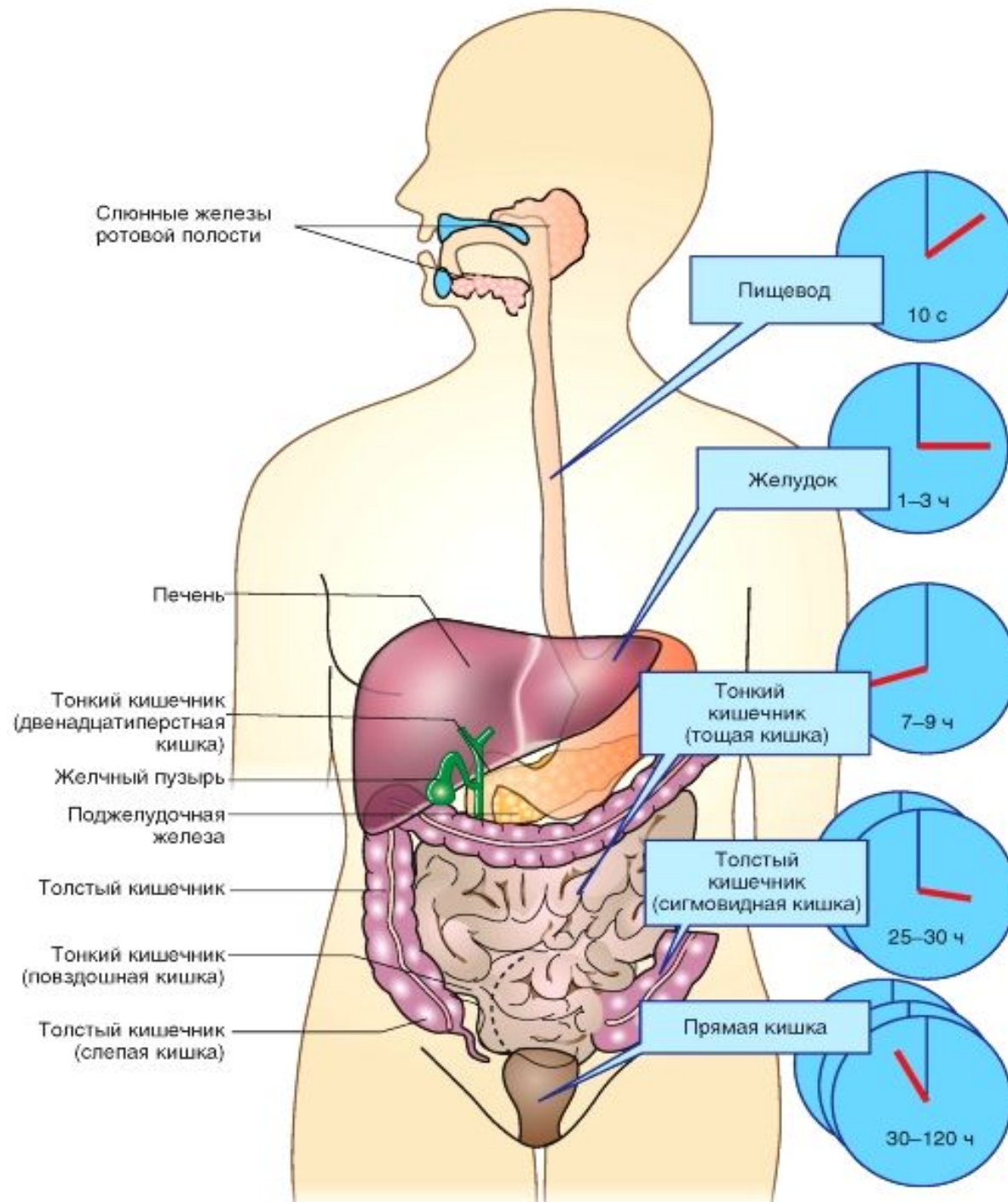
- **Пищеварение** — это совокупность процессов, обеспечивающих механическую и химическую обработку пищи до веществ, которые сохранили свои энергетические и пластические свойства и способны всосаться в кровь или лимфу в переработанном виде.

# Функции ЖКТ

- **пищеварительные функции:**
  - секреторная,
  - моторная,
  - всасывательная;
- **экскреторная;**
- **эндокринная;**
- **метаболическая;**
- **защитная;**
- **гомеостатическая**



# Органы системы пищеварения



# Слюнные железы: подъязычная, подчелюстная и околоушная

- *В состоянии покоя*

- подчелюстные слюнные железы выделяют 71% слюны,
- околоушные – 25%,
- подъязычные – 4%.

- *При стимуляции*

- подчелюстные слюнные железы выделяют 63% слюны,
- околоушные – 34% и
- подъязычные – 3%.

- При стимуляции скорость кровотока через слюнные железы увеличивается в 5 раз!

**Слюна** — это внеклеточная жидкость организма. Она представляет собой прозрачную вязкую жидкость.

Слюна при отсутствии стимуляции имеет кислую реакцию: **pH - 5,45-6,06**, а при стимуляции - слабощелочную реакцию: pH составляет **7,08 - 7,36**.

В состав слюны входит **вода (98,5% - 99,5%)** и растворённые в ней **органические вещества (0,5%)** и **неорганические вещества (1,5%)**.

- **Органические вещества слюны:** ферменты (альфа-амилаза, лингвальная липаза, лизоцим, калликреин), муцин, витамины, мочевины, аминокислоты, иммуноглобулины, агглютинины (соответствующие группе крови), компоненты свертывания крови.
- **Альфа-амилаза** слюны максимально активна при рН 6.9
- **Неорганические вещества слюны:** катионы ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и др.) и анионы ( $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $J^-$  и др.)



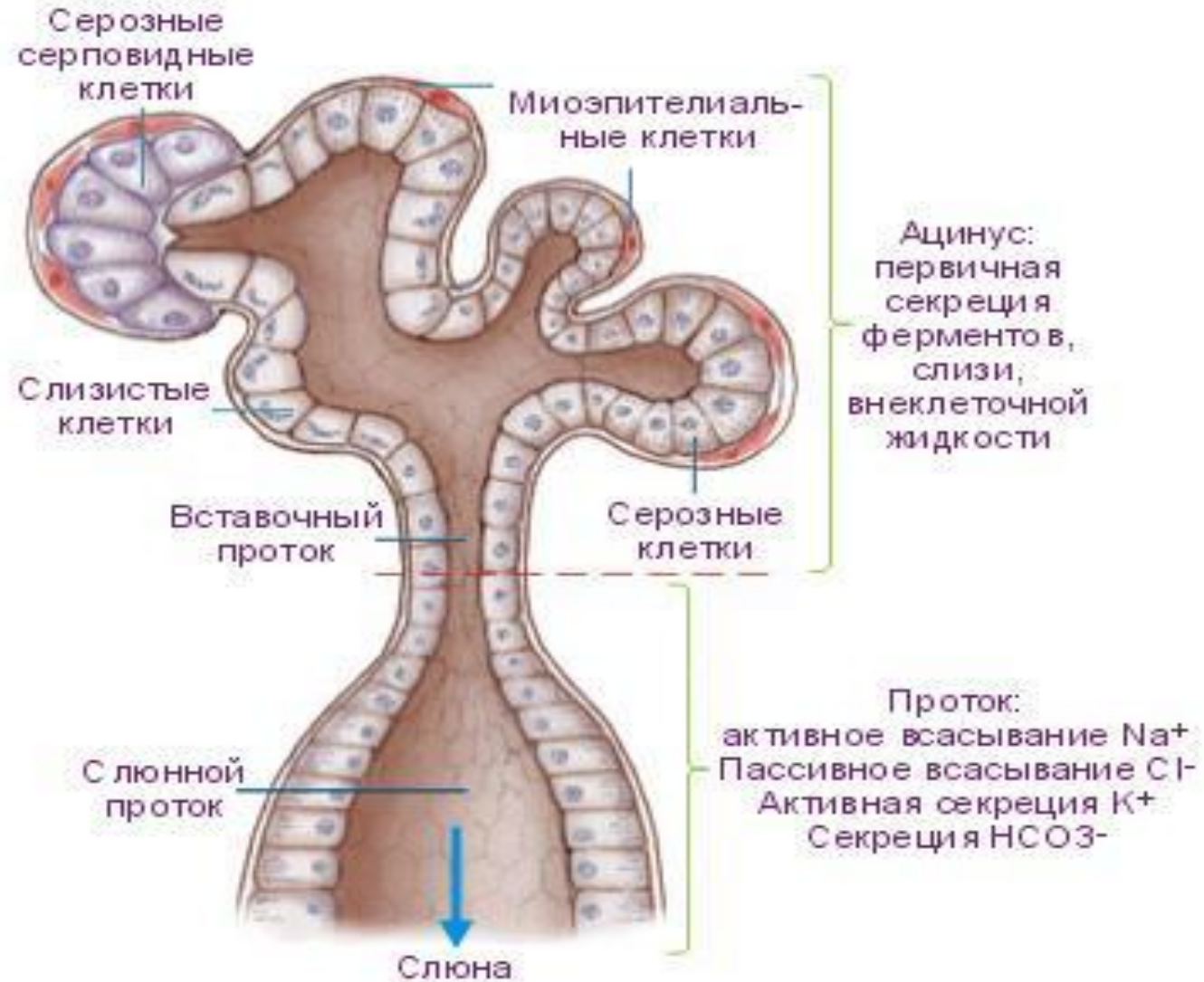
## Функции слюны:

- смачивание пищи и облегчение процесса жевания и глотания;
- смачивание полости рта, что облегчает артикуляцию;
- обеспечивает ощущение вкуса;
- очищение полости рта;
- начальное переваривание углеводов;
- защита зубов от кариеса;
- участие в регуляции потребления жидкости

*За сутки образуется около 1 литра слюны.*

# Процесс образования слюны

- Клетки ацинусов производят слюну, изотоничную и сходную по составу с плазмой
- В протоках реабсорбируются ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  и секретируются ионы  $\text{K}^+$  и  $\text{HCO}_3^-$ ;
- Протоки слюнных желез мало проницаемы для воды, поэтому слюна в протоках становится гипотоничной.



**Структурно-функциональная единица слюнной железы - саливон.**  
Элементы: долька (ацинус), вставочный проток, слюнный проток.

# Регуляция слюноотделения

- нервная регуляция с участием симпатических и парасимпатических нервов
- условно- и безусловно-рефлекторная с участием автономной нервной системы).
- гормональная

# Образование слюны

- **стимулируется** (путем активации парасимпатической нервной системы) при наличии пищи во рту, при запахе, при реализации условных рефлексов, при тошноте.  
При этом активируются секреторные центры продолговатого мозга и образуется большое количество слюны с низким содержанием белка.
- **тормозится** (путем ингибирования парасимпатической нервной системы или стимуляции симпатической нервной системы) во время сна, при дегидратации, при страхе, при использовании антихолинергических препаратов.  
При стимуляции СНС происходит сужение кровеносных сосудов и сокращение слюнных протоков.

# АКТ ГЛОТАНИЯ

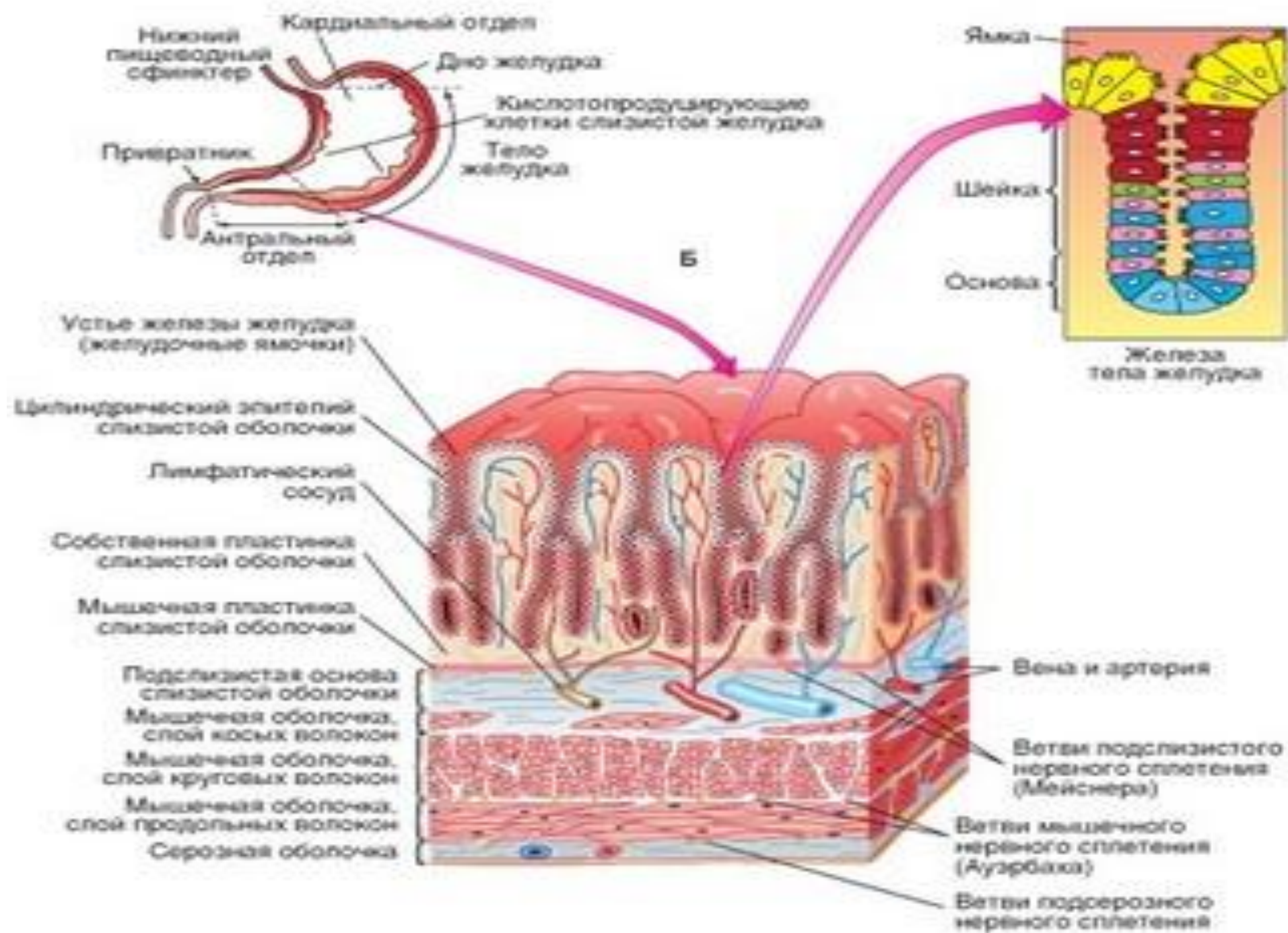
включает в себя три фазы:

- ротовую,
- глоточную
- пищеводную.

# Пищевод

имеет три отдела:

- верхний сфинктер пищевода;
- тело пищевода;
- нижний сфинктер пищевода





## Функции желудка

- резервуар пищи;
- перемешивание пищи и ее измельчение;
- начальное переваривание белков;
- уничтожение бактерий благодаря высокой кислотности желудочного сока;
- эвакуация химуса в 12-перстную кишку.

## Секреция желудочного сока

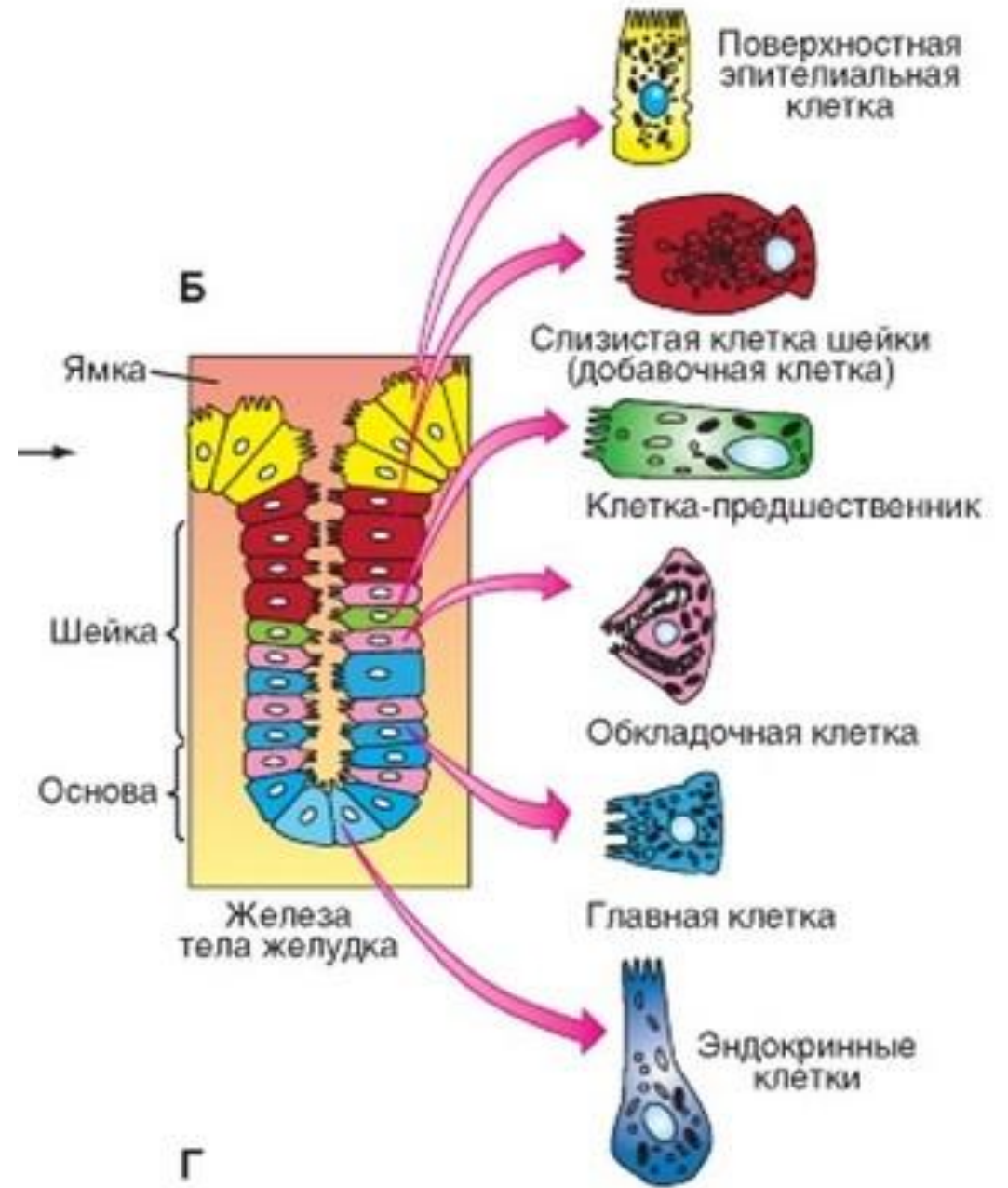
Желудочная секреция делится на:

- базальную
- стимулированную

В сутки секретруется 2-3 л желудочного сока.

# Слизистая желудка содержит

- париетальные (обкладочные);
- главные клетки (зимогенные);
- слизистые (добавочные);
- G – клетки;
- Энтерохромафинные клетки;
- D-клетки



## Значение высокой кислотности желудочного сока

- Денатурация белков;
- Активация пепсиногена;
- Обеспечение высокой активности пепсина.

## Ферменты желудочного сока

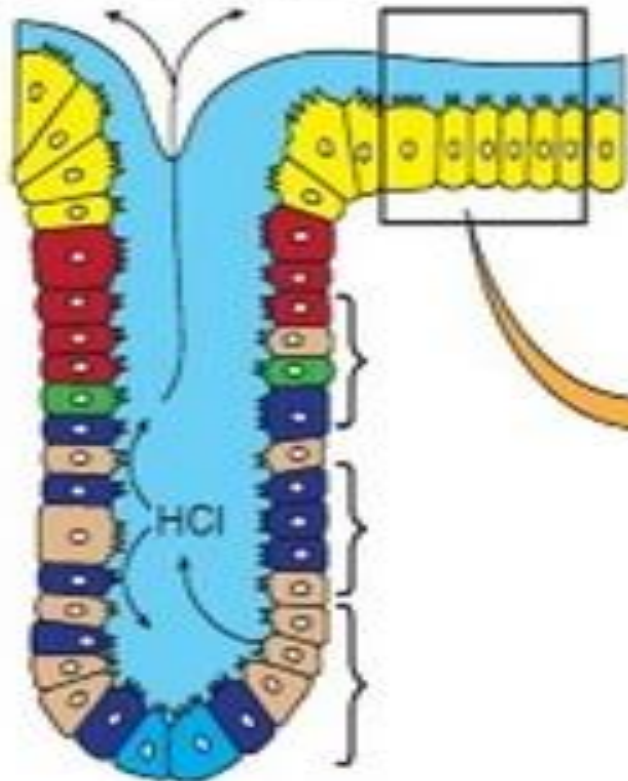
Виды пепсинов:

- пепсин А. Это группа из 5 ферментов, активных при рН 1,5-2,0;
- гастриксин (пепсин С), желудочный катепсин, рН 3,2-3,5;
- пепсин В, парапепсин, желатиназа, рН 5,6, расщепляет белки соединительной ткани, разжижает желатину;
- пепсин D или реннин, химозин — расщепляет казеиноген молока.

# Мукозо-бикарбонатный барьер

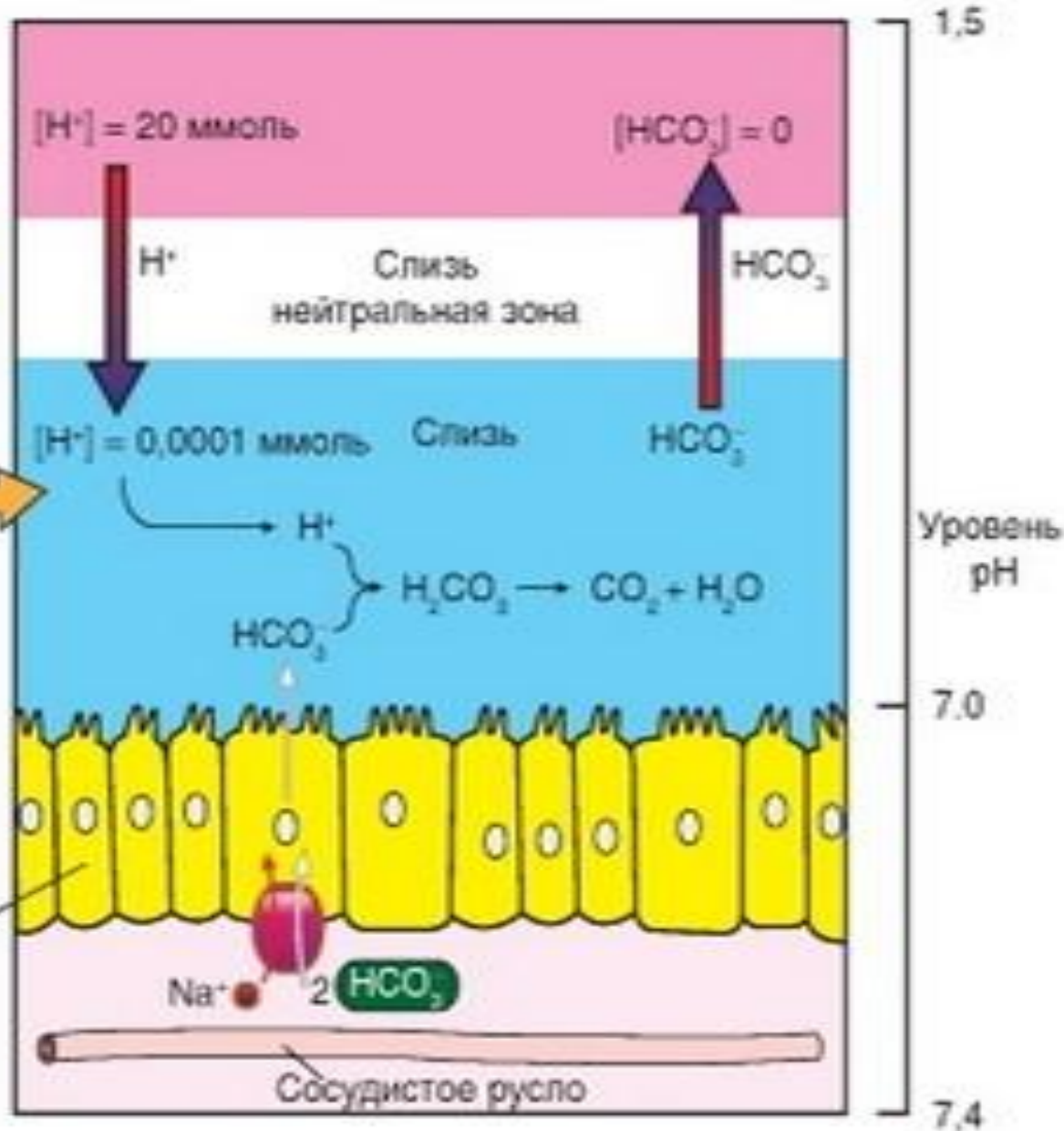
А

Полость желудка



Железа желудка

Слизистые клетки

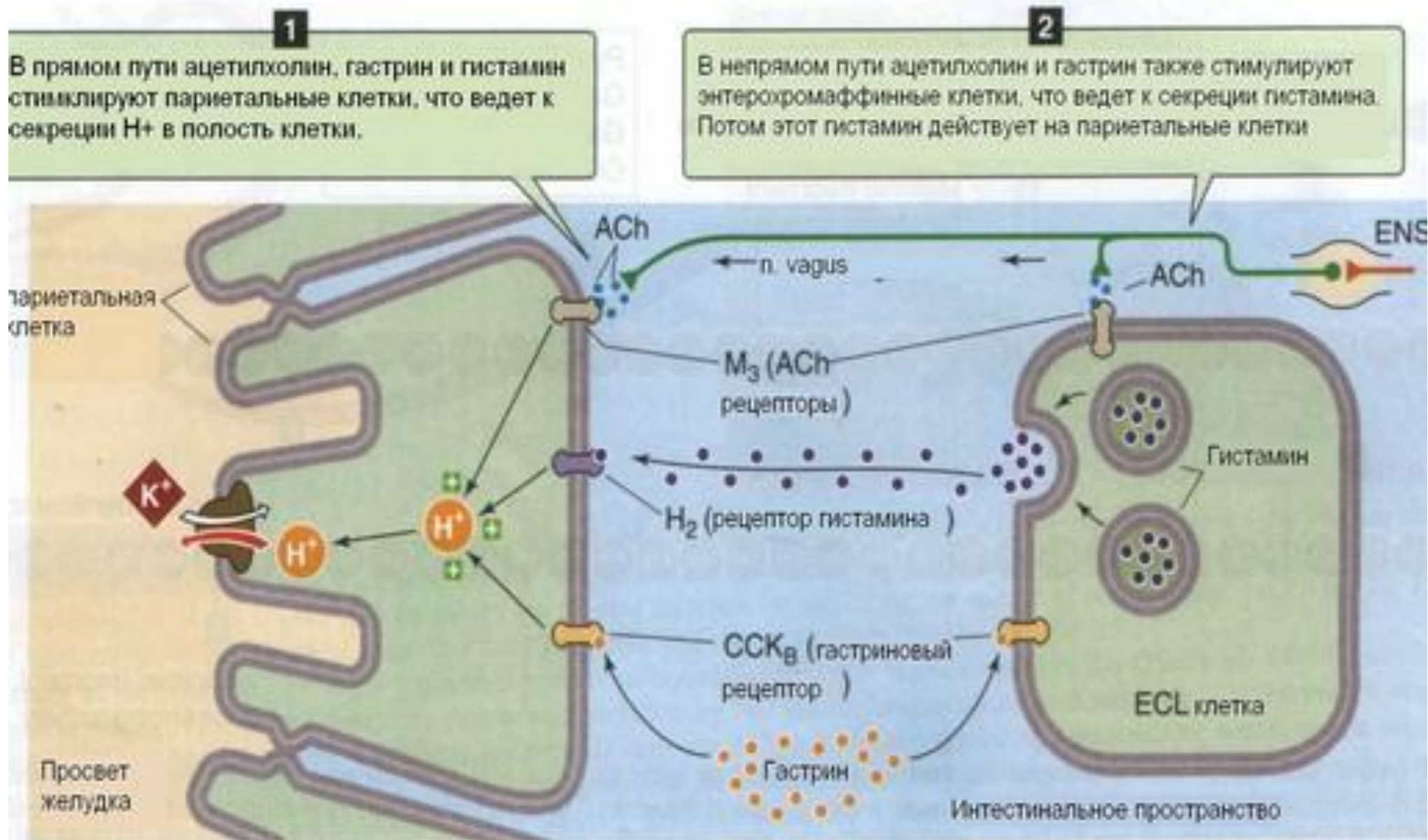


## Фазы желудочной секреции

- цефалическая, сложнорефлекторная фаза:
  - условнорефлекторный компонент;
  - безусловнорефлекторный компонент;
- фаза желудочной секреции;
- кишечная фаза желудочной секреции



# Роль ацетилхолина, гастрина и гистамина в секреции НСІ



## **Основные гормоны ЖКТ**

- **Гастрин**
- **Секретин**
- **Холецистокинин**

## **Нейропептиды**

- **ВИП (вазоактивный интестинальный полипептид)**
- **Вещество Р**
- **Энкефалины, эндорфины**

## **Биологически активные пептиды – паракринные вещества**

- **Соматостатин**
- **Гистамин**
- **Панкреатический полипептид**
- **Урогастрон**
- **Энтеролюкагон**
- **Нейротензин**
- **ГИП (глюкозозависимый инсулиотропный пептид)**

# Моторная функция желудочно-кишечного тракта

обеспечивается слоями гладких мышц.

## Желудок:

- наружный продольный,
- внутренний циркулярный,
- внутренний слой косых мышц,

## Кишечник:

- наружный продольный,
- внутренний циркулярный,
- подслизистый мышечный слой.

# Моторная деятельность желудка

В желудке, наполненном пищей возникают:

- перистальтические волны;
- сокращение пилорического отдела желудка;
- уменьшение объема дна и тела желудка.

# Регуляция моторной функции желудка

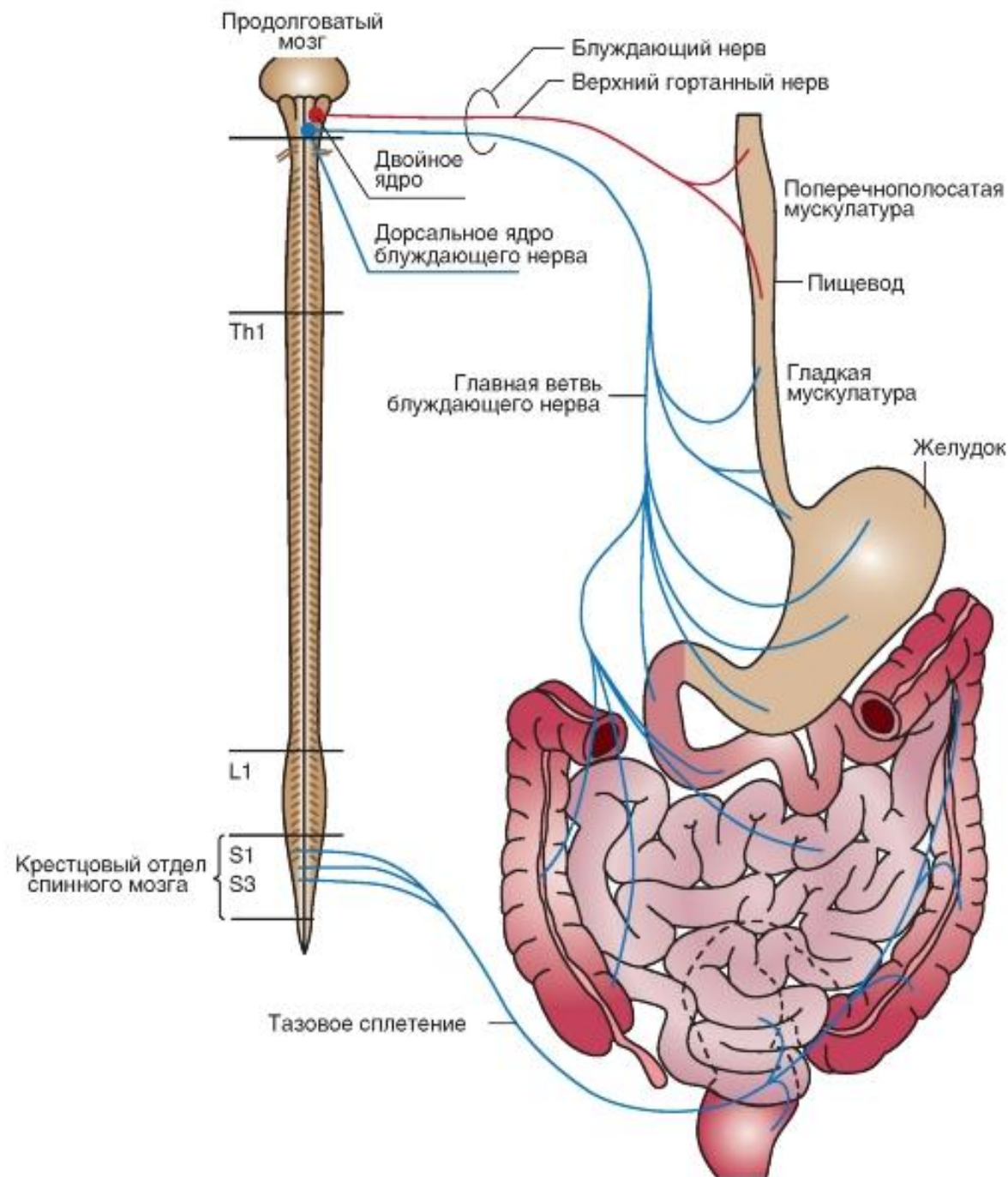
## 1. Нервные влияния

- **Центральные** - афферентная импульсация возникает при раздражении рецепторов полости рта, пищевода, желудка, толстой и тонкой кишок.

При этом парасимпатический отдел автономной нервной системы **стимулирует**, а симпатический отдел в основном **тормозит** моторику ЖКТ.

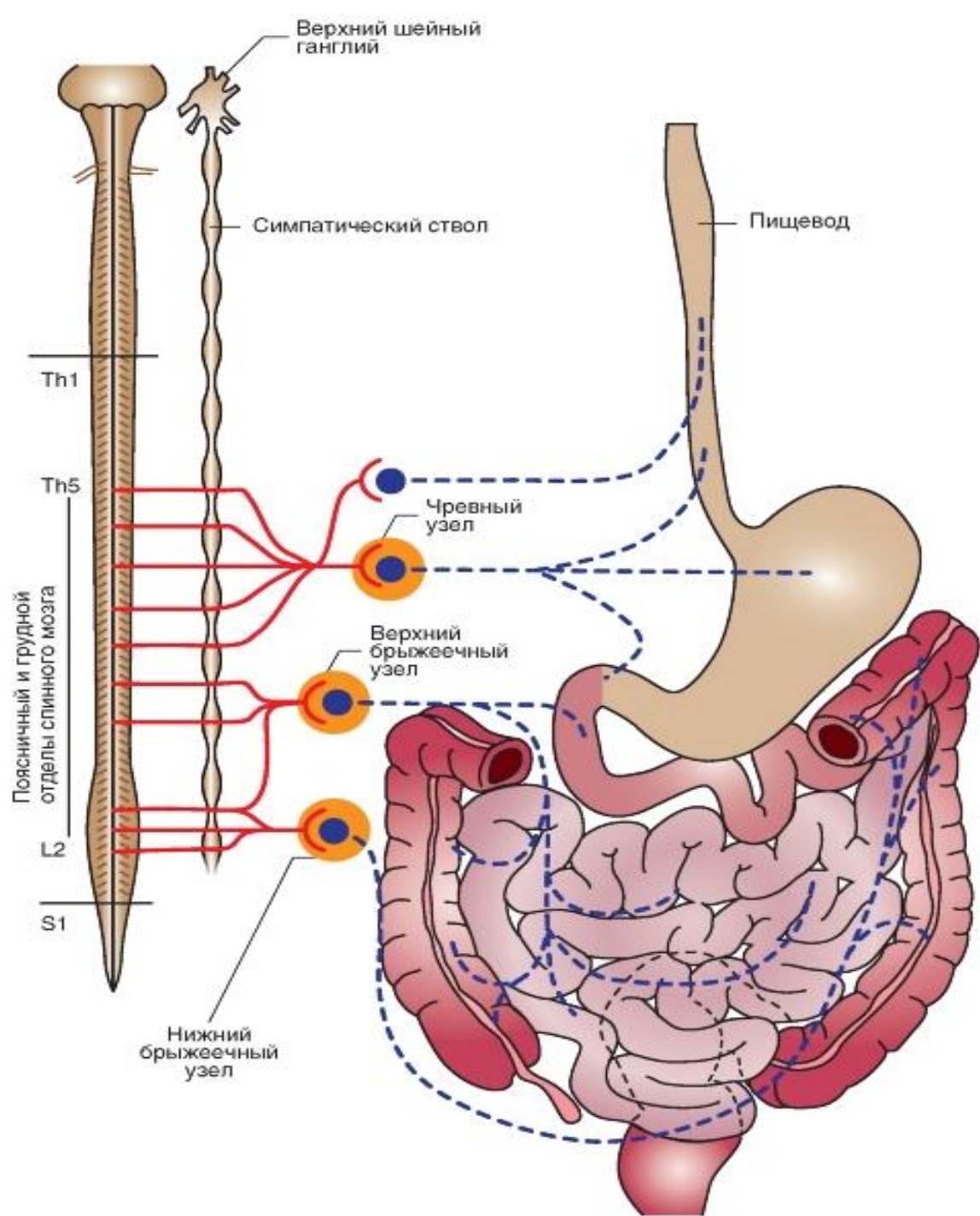
- **Местные** – при раздражении стенок желудка и 12-перстной кишки срабатывают рефлекторные дуги, нейроны которых замыкаются в интрамуральных ганглиях.

# Пара-симпатическая иннервация ЖКТ





# Симпатическая иннервация

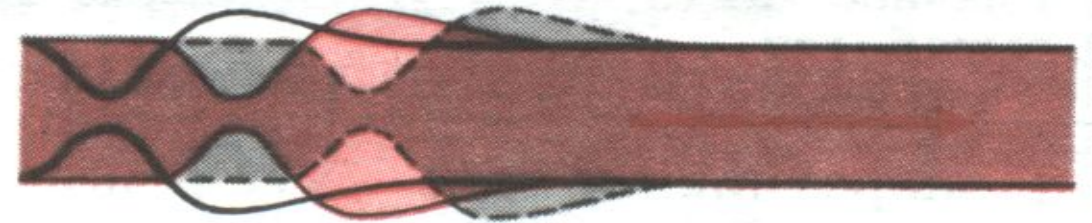


## 2. Гуморальные механизмы:

- **Усиливают – гастрин, мотилин, серотонин, инсулин**
- **Угнетают – секретин, холецистокинин, глюкагон, бульбогастрон.**

# Виды двигательной активности

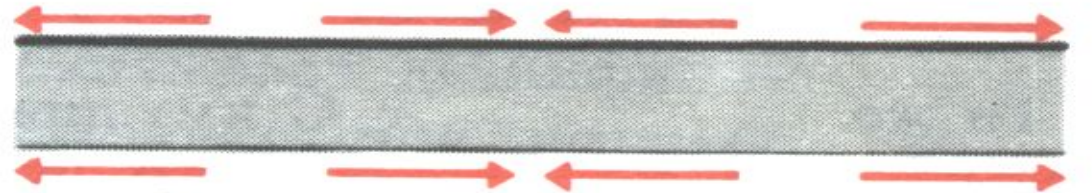
- пропульсивная перистальтика,
- непропульсивная перистальтика,  
–антиперистальтика,
- ритмическая сегментация,
- маятникообразные движения,
- тоническое сокращение (сфинктеры).



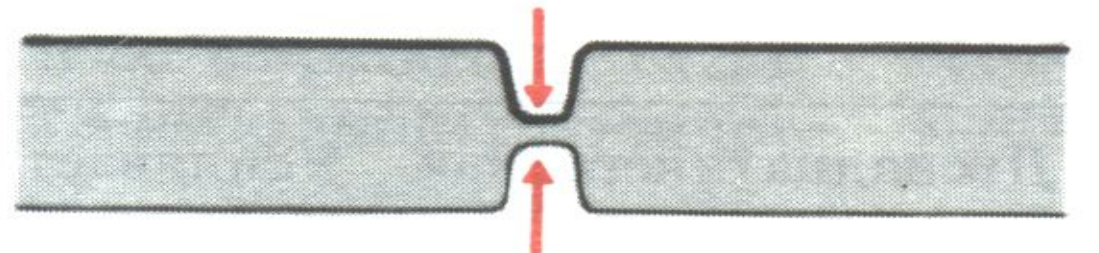
Перистальтика



Ритмическая сегментация



Маятникообразные движения



Тоническое сокращение

# Регуляция моторики кишки

- **миогенная регуляция** (спонтанная активность гладких мышц);
- **нервная регуляция:**
  - рефлексы ЦНС,
  - интрамуральные рефлексы;
- **гормональная регуляция.**

# Нервная регуляция

- **автономная нервная система:**
  - парасимпатическая нервная система усиливает перистальтику
  - симпатическая нервная система – тормозит перистальтику,
- **интрамуральные ганглии** участвуют в реализации перистальтического рефлекса с участием афферентных нейронов, интернейронов и эфферентных нейронов.

# Гормональная регуляция

## Стимулируют моторику кишки:

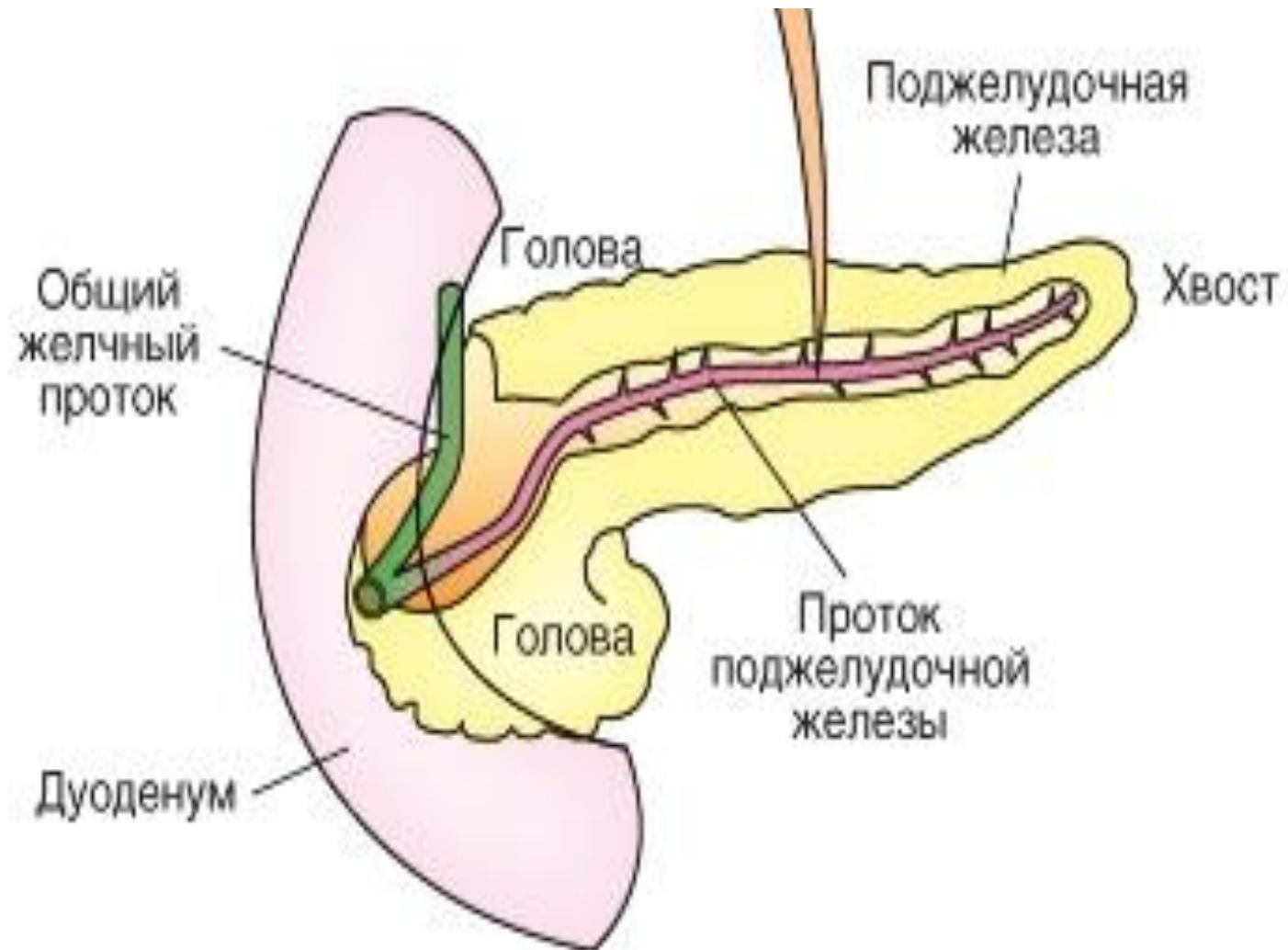
- мотилин
- вещество P,
- холецистокинин,
- гастрин

## Тормозят перистальтику кишки:

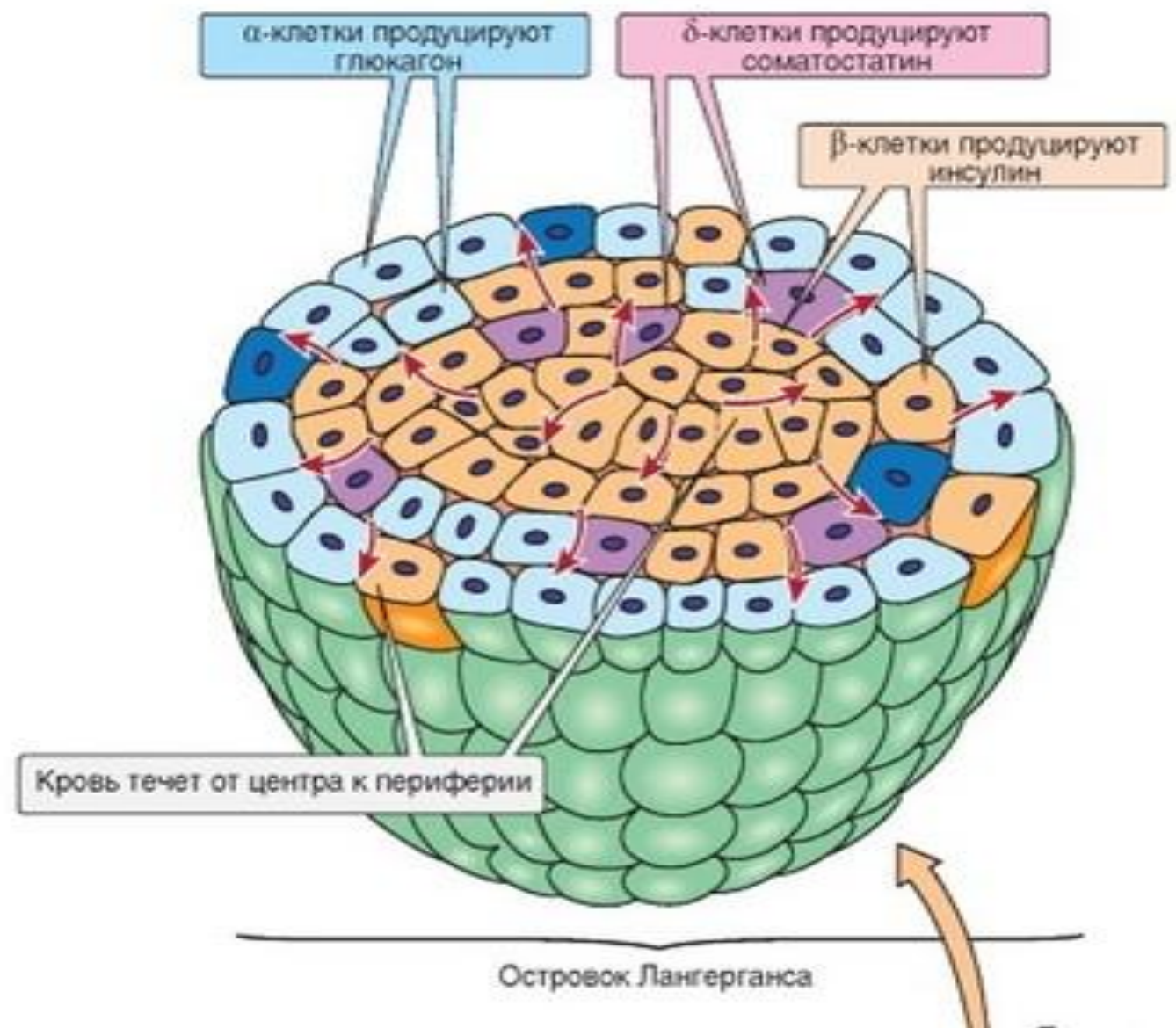
- энкефалины,
- соматостатин



# Строение поджелудочной железы

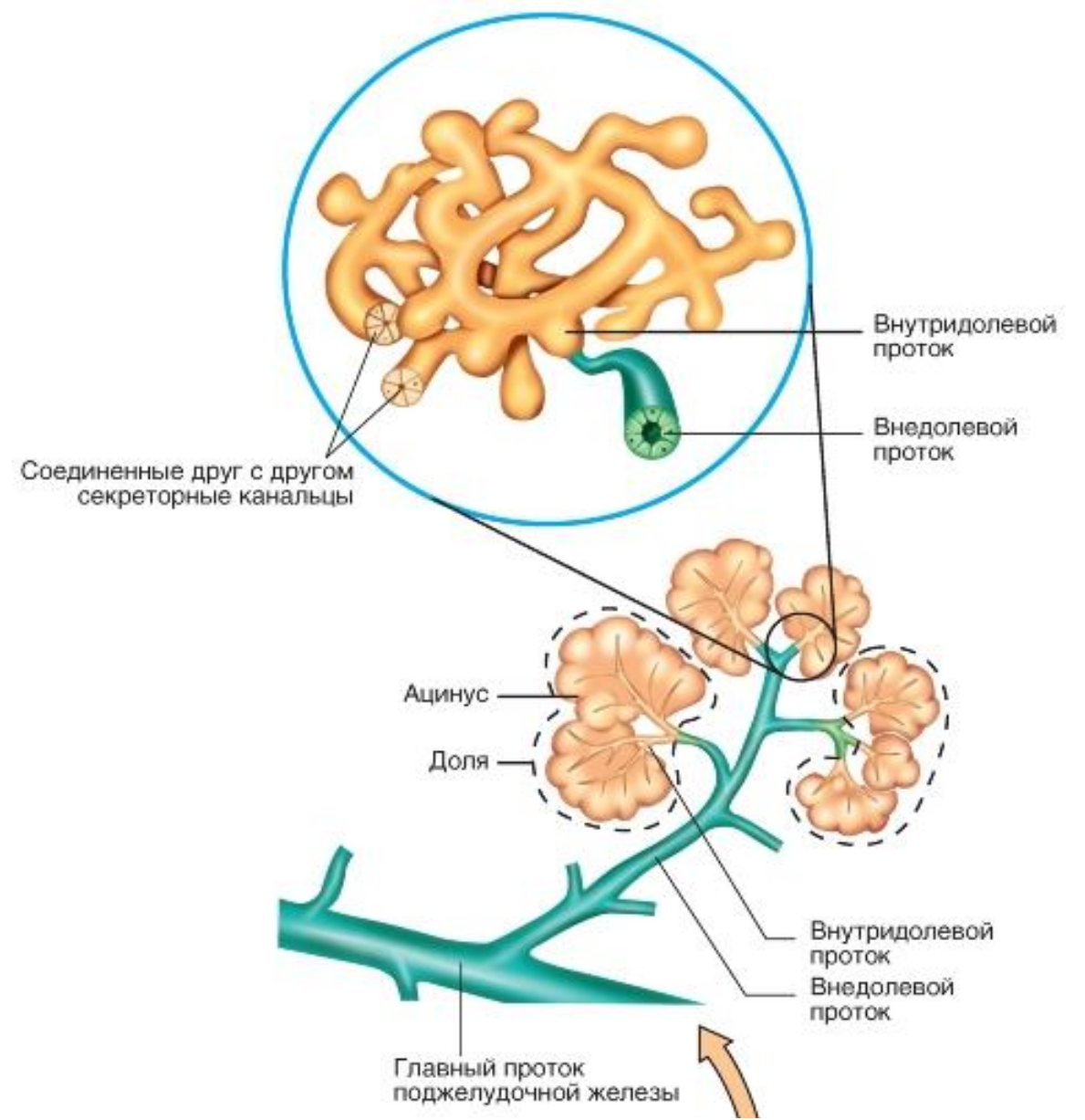


# Поджелудочная железа



- **эндокринный отдел** (островки Лангерганса) продуцирует гормоны - инсулин (β-клетки) и глюкагон (α-клетки), а также соматостатин и панкреатический полипептид.

# Поджелудочная железа



- **экзокринный отдел** - секретирует панкреатический сок, который поступает в 12-перстную кишку.

# Секреция поджелудочной железы

- Сок поджелудочной железы - в сутки образуется 1,5-2,0 л
- pH 7,5-8,2
- В составе -  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HPO}_4^-$ , вода, слизь, бикарбонаты и панкреатические ферменты.

# Роль бикарбонатов

- нейтрализуют кислый химус, поступающий из желудка;
- создают оптимальную среду для действия панкреатических ферментов - pH 6-8.

# Протеолитические ферменты

- **эндопептидазы:** трипсин, химотрипсин, эластаза
- **экзопептидазы:** карбоксипептидазы А и В и аминопептидаза

Ферменты выделяются в форме неактивных проферментов:

- трипсиноген,
- химотрипсиноген,
- прокарибоксипептидаза.



## Активация протеолитических ферментов панкреатического сока

1. Ацинарные клетки поджелудочной железы высвобождают неактивную форму фермента трипсина - трипсиноген (зимоген).
2. Трипсиноген активируется энтерокиназой, этот фермент локализован на щеточной каемке микроворсинок в 12-перстной кишке.
3. Активный трипсин в свою очередь активирует остальные **зимогены** панкреатического сока.

# Липолитические ферменты

- **фосфолипаза А** - расщепляет фосфолипиды до жирных кислот;
- **панкреатическая липаза, лецитиназа** - гидролизует нейтральные жиры до жирных кислот и моноглицеридов;
- **холестеролаза** - гидролизует холестерол.
- **Амилолитические ферменты:**  
**панкреатическая  $\alpha$ -амилаза** расщепляет крахмал и гликоген до ди- и моносахаридов.
- **Нуклеотические ферменты** - **рибонуклеаза** и **дезоксирибонуклеаза** гидролизуют РНК и ДНК.

# Фазы панкреатической секреции

- **Церебральная** (сложнорефлекторная) фаза возникает при мысли о еде, запахе, вкусе, при акте глотания (10-20%);
- **Желудочная** фаза - при механическом, химическом и гуморальном раздражении рецепторов желудка (5-10%);
- **Кишечная** фаза - начинается после поступления химуса в 12-перстную кишку (80%).

# Регуляция панкреатической секреции

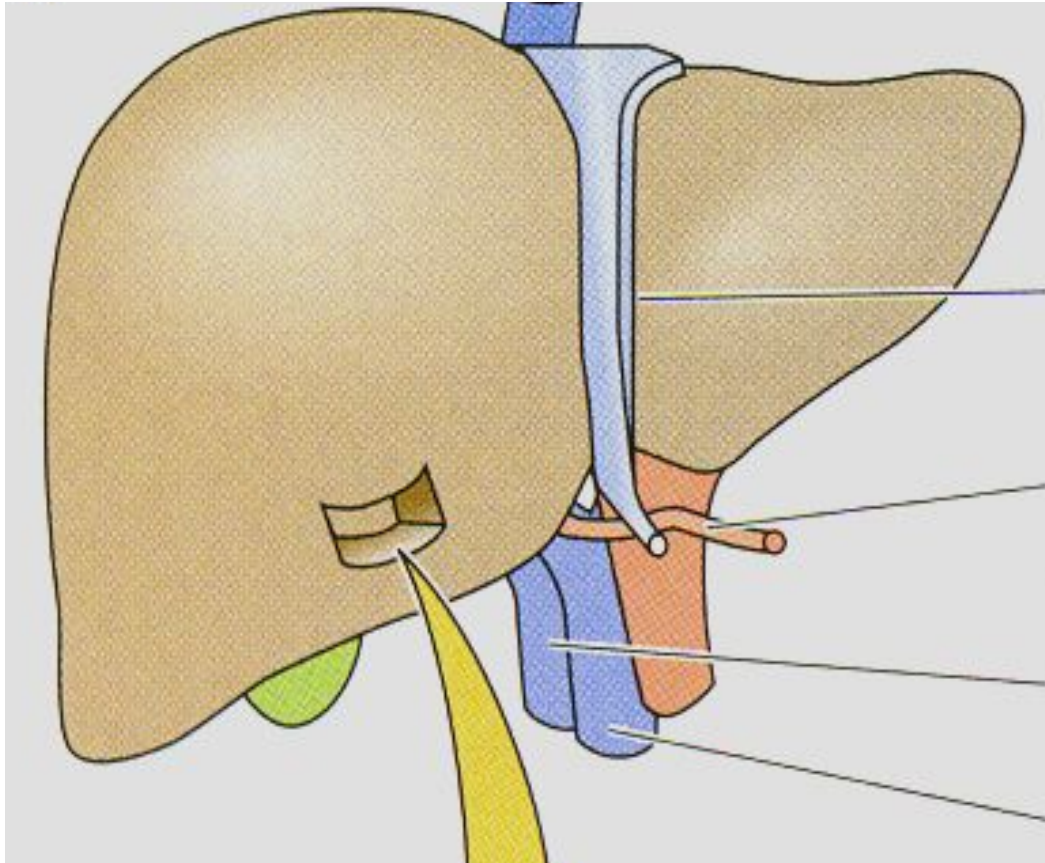
- Секретин стимулирует образование бикарбонатов;
- Холецистокинин стимулирует секрецию трипсина, липазы и  $\alpha$ -амилазы;
- Парасимпатическая нервная система усиливает секреторную активность клеток ацинусов;
- Симпатическая нервная система тормозит секреторную активность клеток ацинусов.

# Функции печени

- Участвует в пищеварении (желчеобразовательная и желчевыделительная функции);
- Метаболическая функция;
- Синтетическая функция;
- Дезинтоксикационная функция;
- Инактивация и метаболизм гормонов;
- Участие в метаболизме витаминов;
- Участвует в кроветворении.



# Ультраструктура печени



**Печеночная  
артерия**

**Полая вена**

**Воротная вена**

- Печень состоит из долек, которые снабжаются ветвями портальной вены и печеночной артерии. Кровь из них протекает через синусоиды, которые снабжают кровью гепатоциты, и затем попадает в центральную вену.

## Ультраструктура печени

- Между гепатоцитами лежат трубкообразные, закрытые сбоку с помощью плотных контактов и не имеющие собственной стенки щели, желчные капилляры или канальцы. В них выделяется желчь, которая покидает печень через систему желчных ходов.
- Синусоиды получают смесь артериальной (богатой  $O_2$ ) и венозной крови портальной вены (бедной  $O_2$ , но богатой питательными и другими веществами, поступающими из кишечника).
- Клетки Купфера являются макрофагами.

# Функции желчи

- инактивирует пепсин,
- нейтрализует pH химуса;
- желчные кислоты эмульгируют жиры;
- обеспечивают всасывание в тонкой кишке нерастворимых в воде высших жирных кислот, холестерина, жирорастворимых витаминов (Д, К, Е) и солей  $Ca^{++}$ ;
- усиливает гидролиз белков, углеводов и усиливает всасывание продуктов их гидролиза;
- стимулирует моторную деятельность тонкой кишки;
- создает благоприятные условия для фиксации ферментов на поверхности кишки;
- стимулирует секрецию сока поджелудочной железы;
- стимулирует желчеобразование;
- оказывает бактериостатическое действие на кишечную флору, тем самым предупреждает развитие гнилостных процессов.
- выводит лекарственные препараты и токсины;
- выводит конечные продукты обмена (билирубин);
- регулирует баланс холестерина.

## *Состав желчи*

- Желчь печени содержит желчные соли, холестерин, фосфолипиды стероиды, а также продукты обмена, такие как билирубин, и многие чужеродные вещества.
- Желчь изотонична плазме крови, а ее электролитный состав похож на электролитный состав плазмы крови.
- Значение рН желчи нейтральное или слегка щелочное.
- В сутки вырабатывается 0,5-1,0 л.

## Желчные кислоты

- **холевая и хенодезоксихолевая** -  
первичные желчные кислоты;
- **дезоксихолевая и литохолевая** -  
вторичные желчные кислоты.

В желчи представлена смесь первичных и вторичных желчных кислот и солей желчных кислот.



## Регуляция секреции желчи

Образование желчи происходит непрерывно.

**Стимуляторы:** секретин, глюкагон, ВИП, холецистокинин, гастрин; блуждающий нерв; яичные желтки, мясо, молоко, хлеб.

**Ингибиторы:** Соматостатин, серотонин; стимуляция симпатических нервов

## Регуляция высвобождения желчи

- **Условно-рефлекторные и безусловно-рефлекторные механизмы.** Механизм действия – активация блуждающего нерва. Блуждающий нерв стимулирует сокращение желчного пузыря и одновременно снижает тонус сфинктера Одди;
- **Гормоны холецистокинин, гастрин, секретин, бомбезин** стимулируют высвобождение желчи;
- **Глюкагон, кальцитонин, ВИП, симпатические нервы** – тормозят.

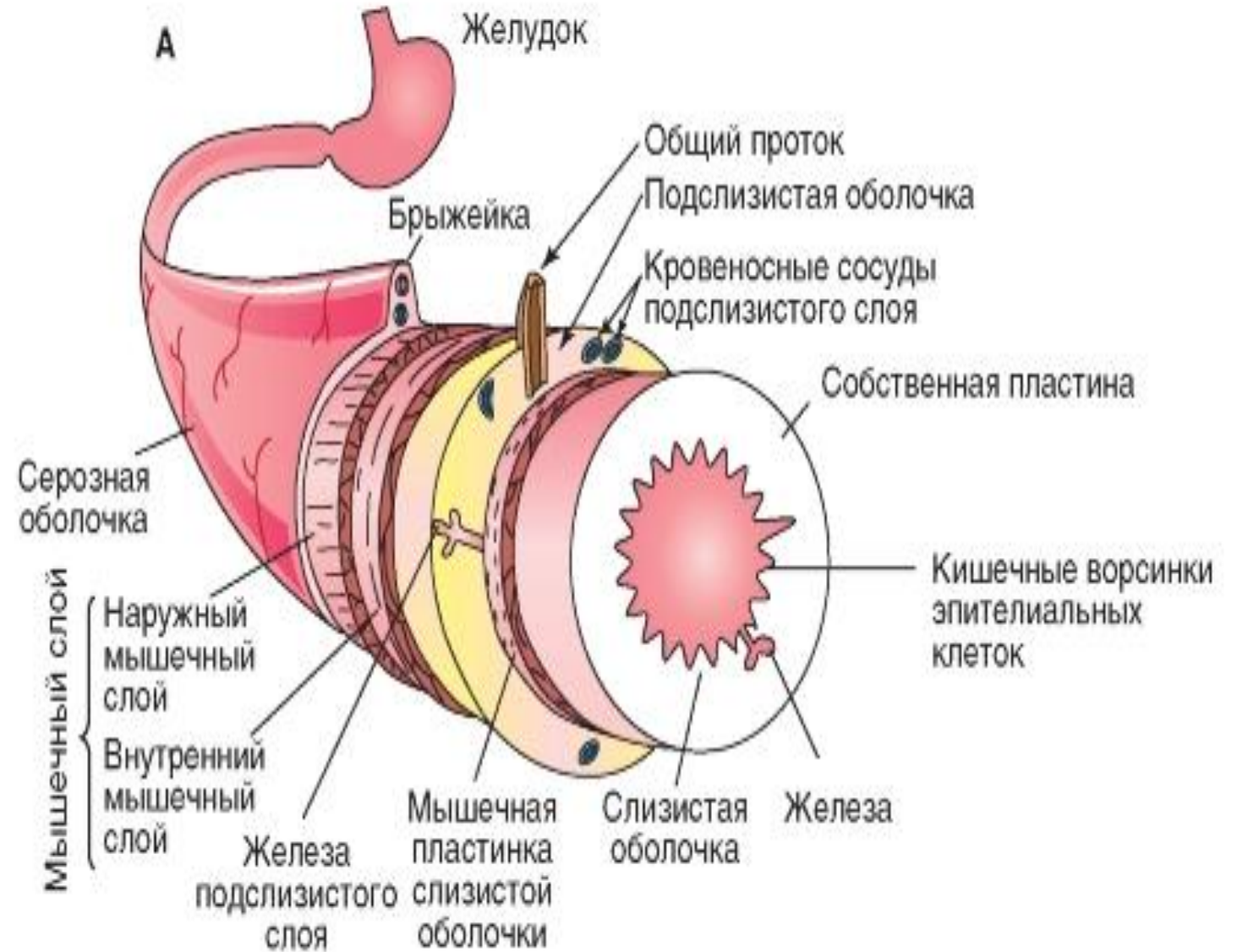
# Тонкий кишечник

- двенадцати-  
перстная кишка  
(20-30 см),

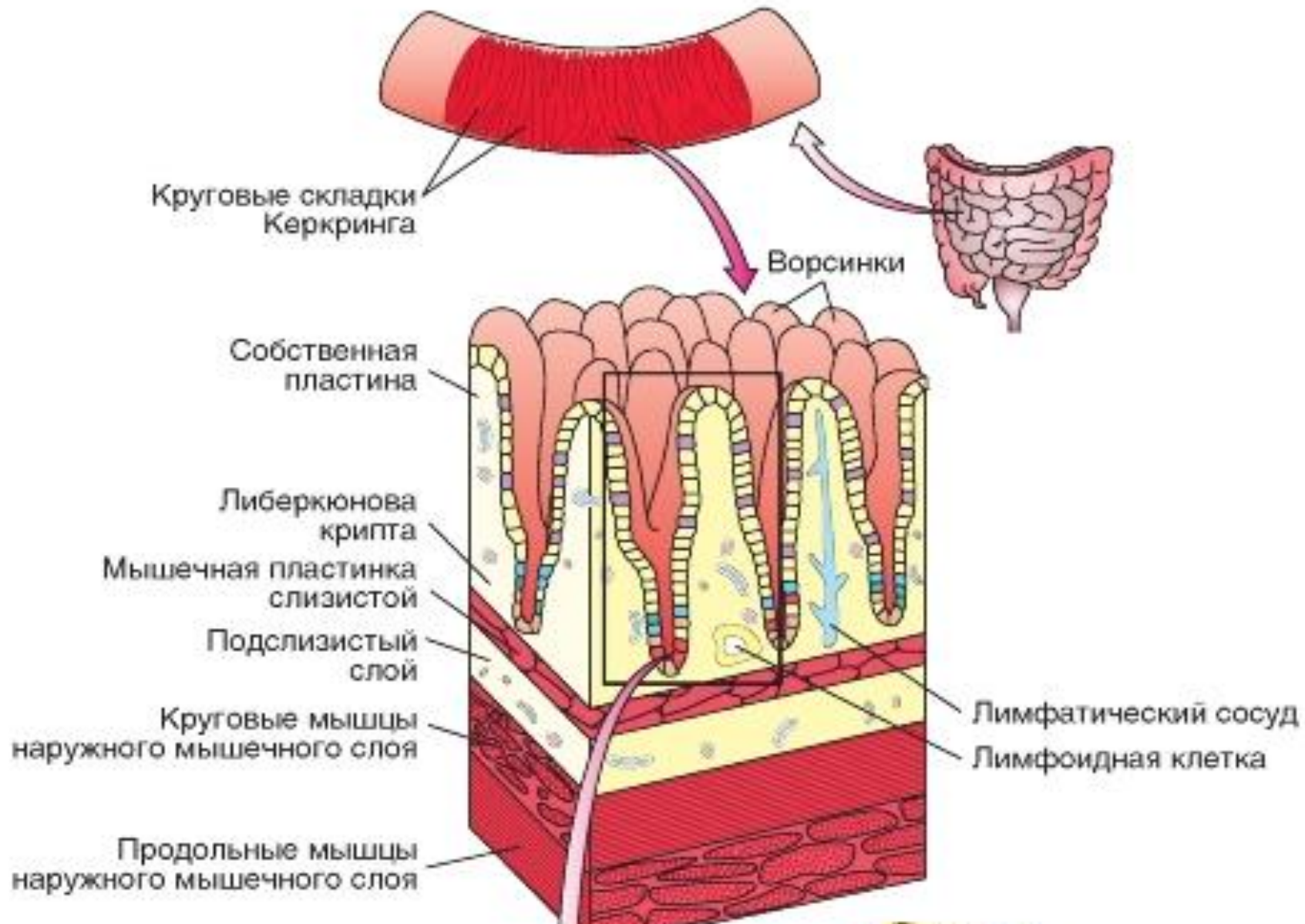
- тощая кишка  
(1,5-2,5 м),

- подвздошная  
кишка (2-3 м).

Стенка двенадцатиперстной кишки



# Строение тонкой кишки



## Функции тонкого кишечника

- перемешивание химуса с ферментами панкреатического сока, желчью и кишечным соком;
- переваривание;
- всасывание;
- продвижение остатков химуса по ЖКТ;
- секреция гормонов;
- участие в иммунитете.

# Ферменты кишечного сока

- **протеолитические** - дипептидазы, аминопептидазы, нуклеазы;
- **липолитические** - липазы, фосфолипазы, холестеролэстеразы;
- **амилолитические** - амилаза, лактаза, сахараза.

За сутки образуется 2,5 л кишечного сока.

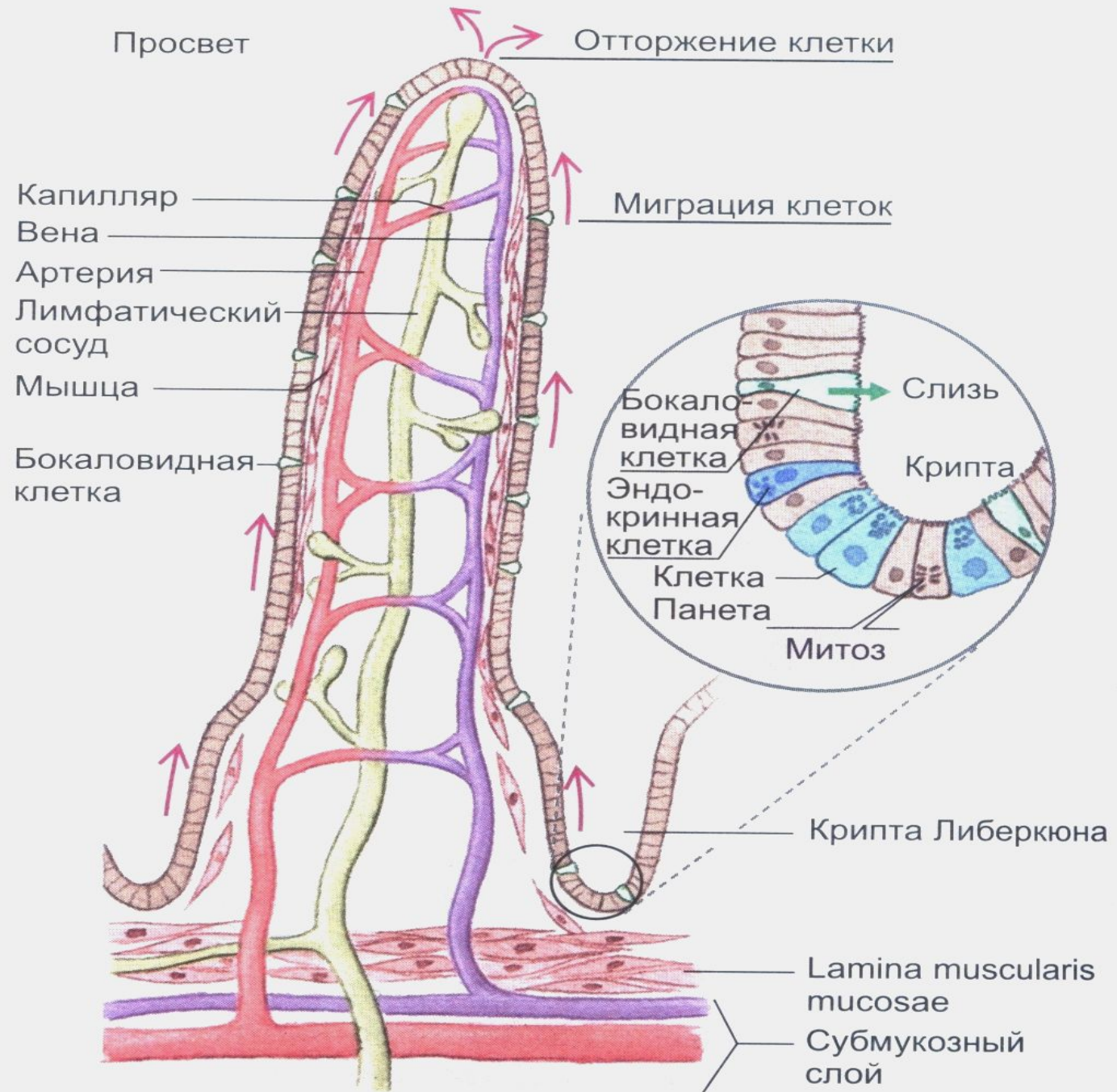
Состав: вода, ферменты, ионы, белки, аминокислоты, лизоцим, слущенные энтероциты, pH 7,2-7,5.



# Пищеварение в тонком кишечнике

- **полостное пищеварение;**
- **мембранное пищеварение (осуществляется в зоне гликокаликса);**
- **всасывание продуктов мембранного пищеварения**

# Кишечная ворсинка



# Регуляция секреции кишечного сока

- Секрецию стимулирует:
- растяжение слизистой тонкого кишечника;
- продукты переваривания белка;
- сок поджелудочной железы;
- жирные кислоты;
- гормоны:
  - вазоактивный интестинальный пептид,
  - желудочно-ингибирующий пептид,
  - серотонин,
  - мотилин.
- Секрецию тормозит соматостатин.

**Пищеварение:**

**Механизмы переваривания и всасывания**

# Переваривание и всасывание

- Тощая кишка, подвздошная и верхний отдел толстой кишки являются главными отделами, в которых происходят процессы всасывания, причем площадь поверхности тощей и подвздошной кишки значительно возрастает за счет складок, ворсинок и микроворсинок.
- Процесс переваривания включает в себя механическое и ферментативное расщепление пищи.
- Продукты переваривания всасываются в наибольшей степени в тонком кишечнике.
- В толстом кишечнике всасываются, в основном, только вода и ионы.

## Механизмы всасывания веществ в ЖКТ

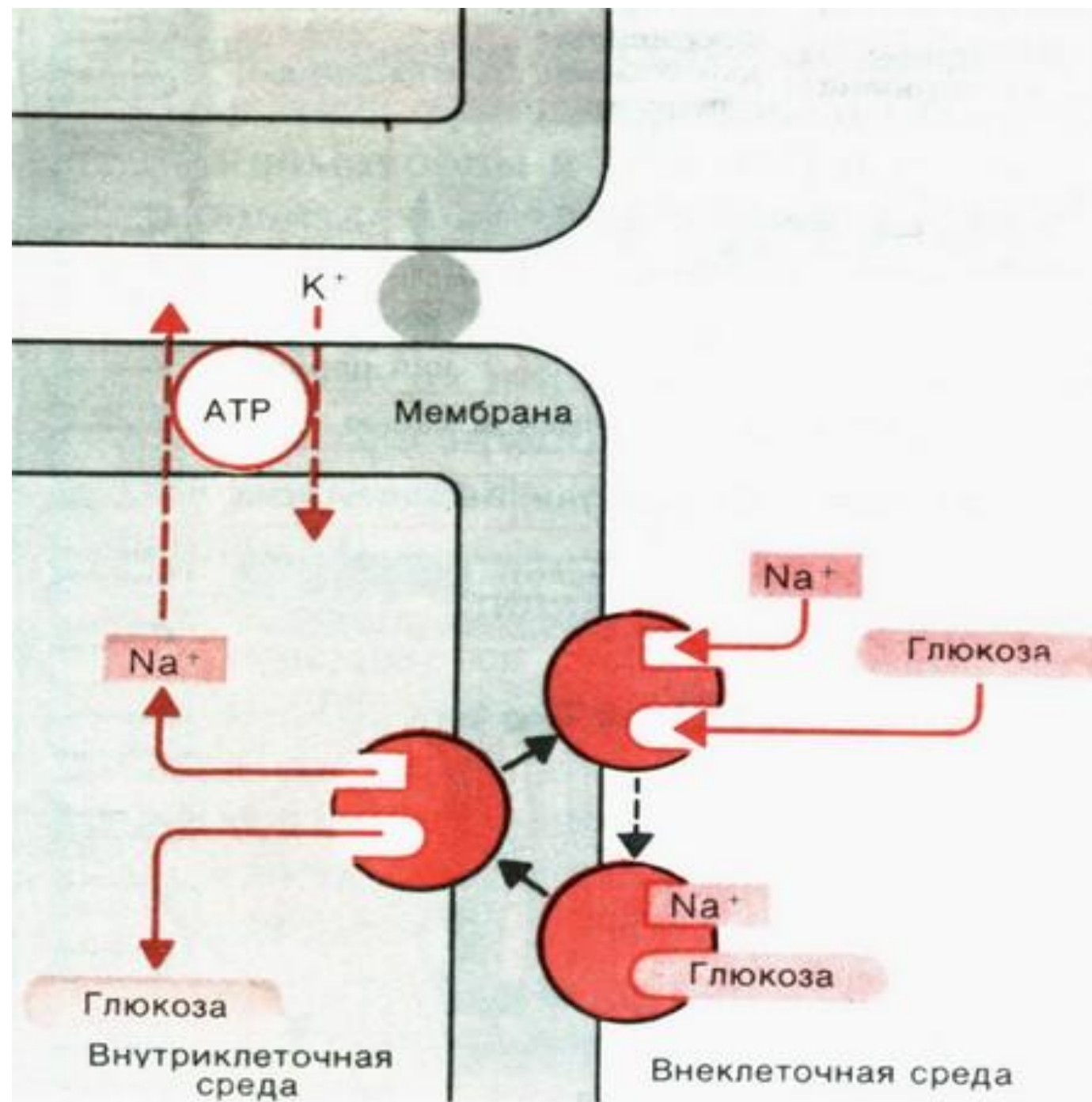
- **Диффузия** - это транспорт веществ в направлении электрохимического или химического градиента;
- **Активный транспорт** с затратами энергии и участием переносчика;
- **Облегченная диффузия** - транспорт с участием переносчика, но без затраты энергии за счет разности концентраций вещества;
- **Сопряженный транспорт** - перенос разных веществ общими переносчиками;
- **Пиноцитоз** - клеточная мембрана окружает транспортируемое вещество и образует пузырек, который проникает в цитоплазму клетки.



# Переваривание и всасывание углеводов

- **Углеводы** расщепляются до моносахаридов под влиянием амилазы слюны и панкреатического сока (полостное пищеварение);
- **Дисахариды** гидролизуются ферментами, локализованными на мембране щеточной каемки.
- **Глюкоза и галактоза** абсорбируются с участием Na-зависимого ко-транспорта, **фруктоза** абсорбируется механизмом облегченной диффузии.

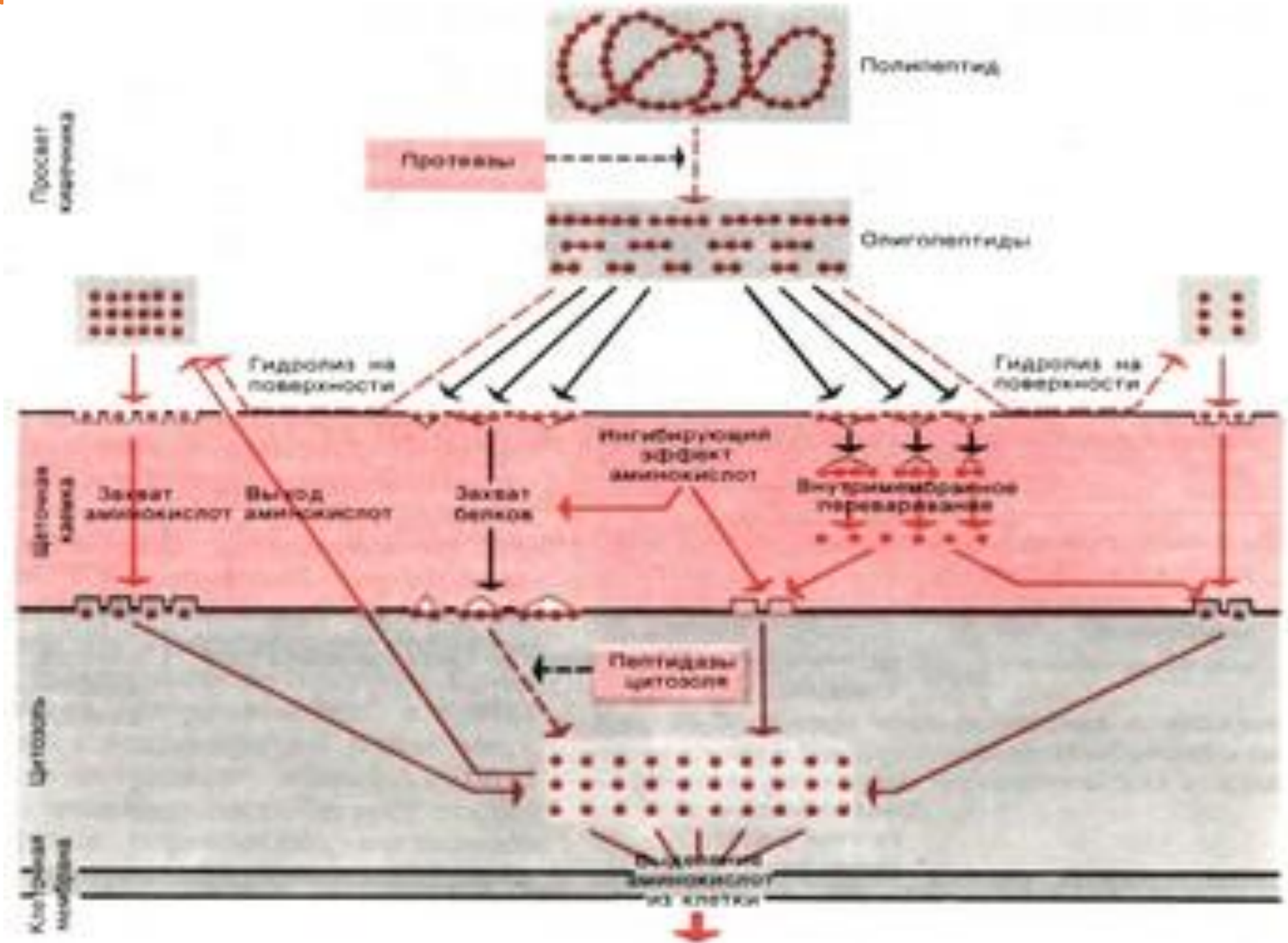
# Механизм всасывания глюкозы



# Переваривание и всасывание белков

- **Белки** расщепляются до аминокислот, дипептидов и олигопептидов с участием эндопептидаз (трипсин, химотрипсин, эластаза) и экзопептидаз (карбоксипептидазы А и В).
- **Аминокислоты, дипептиды и трипептиды** абсорбируются механизмом  $\text{Na}^+$ - или  $\text{H}^+$ -зависимого котранспорта.

# Механизм всасывания белков

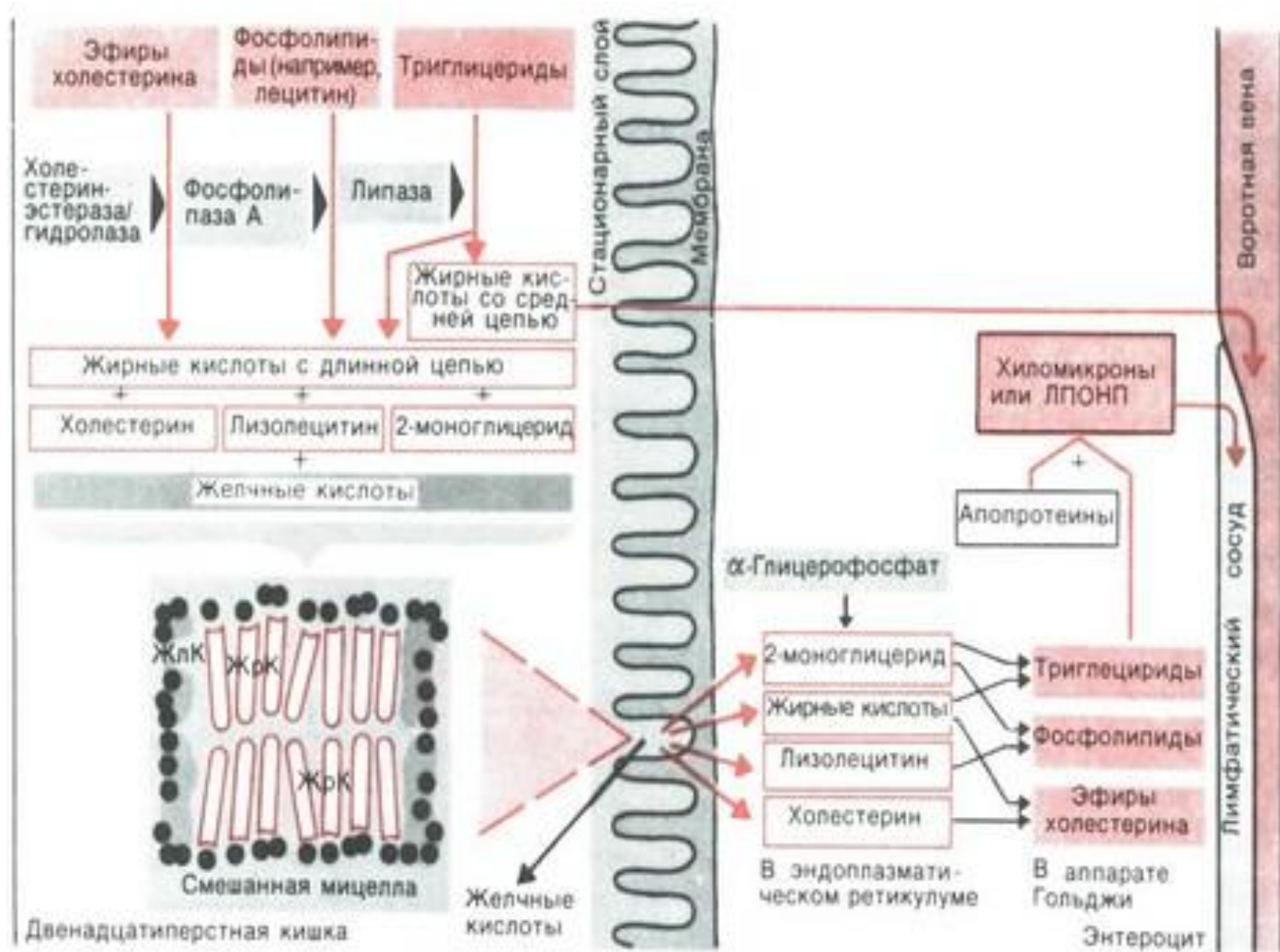


# Переваривание и всасывание жиров

- **Жиры** гидролизуются до моноглицеридов, жирных кислот, холестерина и лизолетина с помощью ферментов поджелудочной железы (липаза, фосфолипаза).
- Продукты гидролиза жиров встраиваются в состав смешанной мицеллы.
- Липидные компоненты мицеллы диффундируют в энтероцит, где в эндоплазматическом ретикулуме из моноглицеридов и жирных кислот вновь синтезируются триглицериды.
- Триглицериды, вместе с фосфолипидами, холестерином и гликопротеинами образуют **хиломикроны**, которые поступают в лимфатические сосуды, а затем по центральному лимфатическому и грудному протокам поступают в кровь.

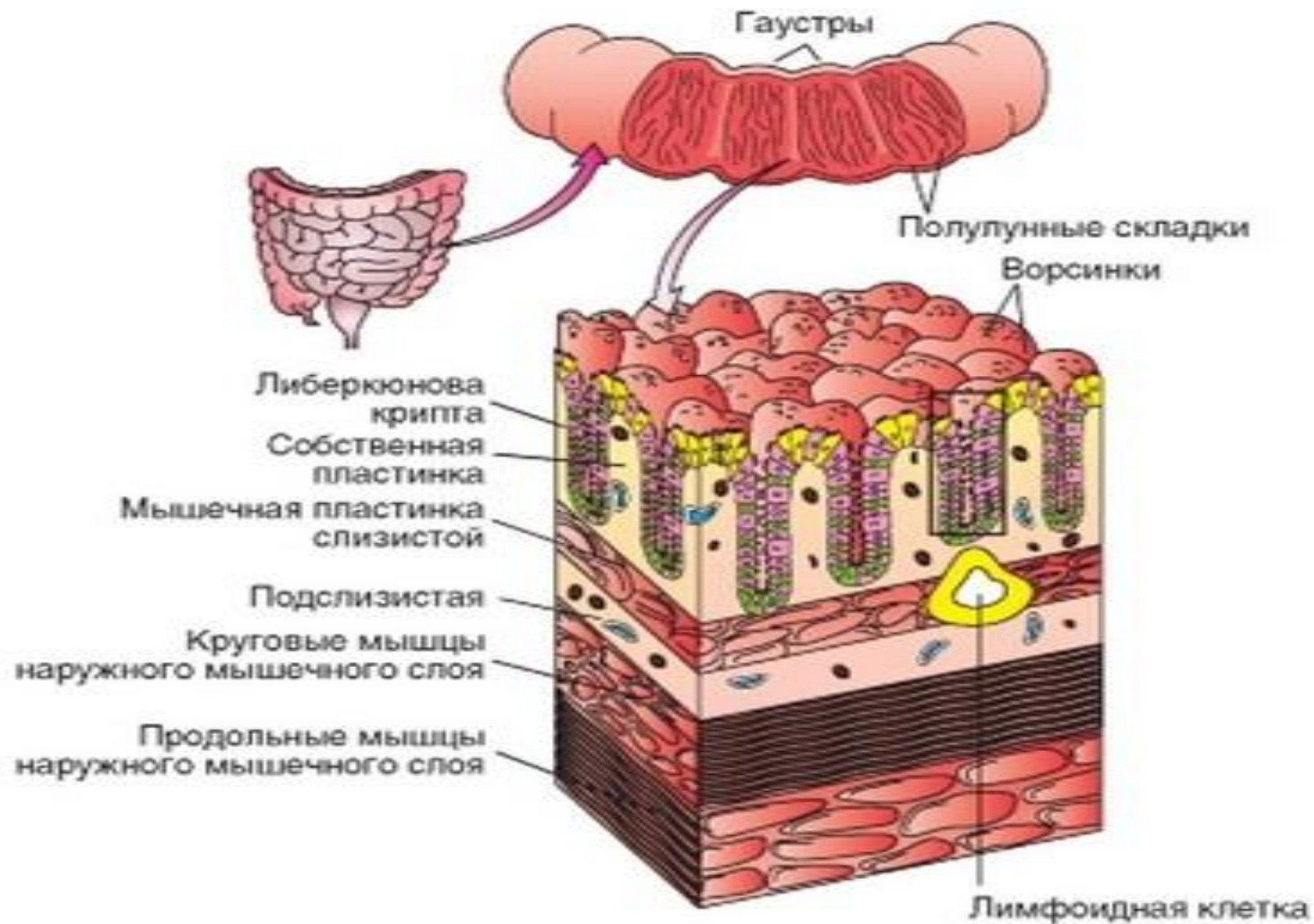


# Механизм всасывания жиров





# Строение толстой кишки



# Функции толстого кишечника

- обеспечивает всасывание воды и электролитов;
- разрушает ферменты тонкой кишки
- разлагает желчные кислоты;
- участвует в создании естественного иммунитета;
- формирует каловые массы;
- секретирует слизь, необходимую для эвакуации каловых масс.

# Состав сока толстой кишки

- слизь,
  - эпителиальные клетки,
  - ферменты,
  - собственная микрофлора,
- 
- pH 8,5-9,0.

# Значение микрофлоры

- расщепляет волокна клетчатки;
- сбраживает углеводы;
- подавляет рост патогенных микроорганизмов;
- стимулирует выработку естественного иммунитета;
- синтезирует витамины К, Е и витамины группы В;
- способствует гнилостному разложению белков.