

# ФИЗИОЛОГИЯ

## *Лекция № 26*

# ПИЩЕВАРЕНИЕ

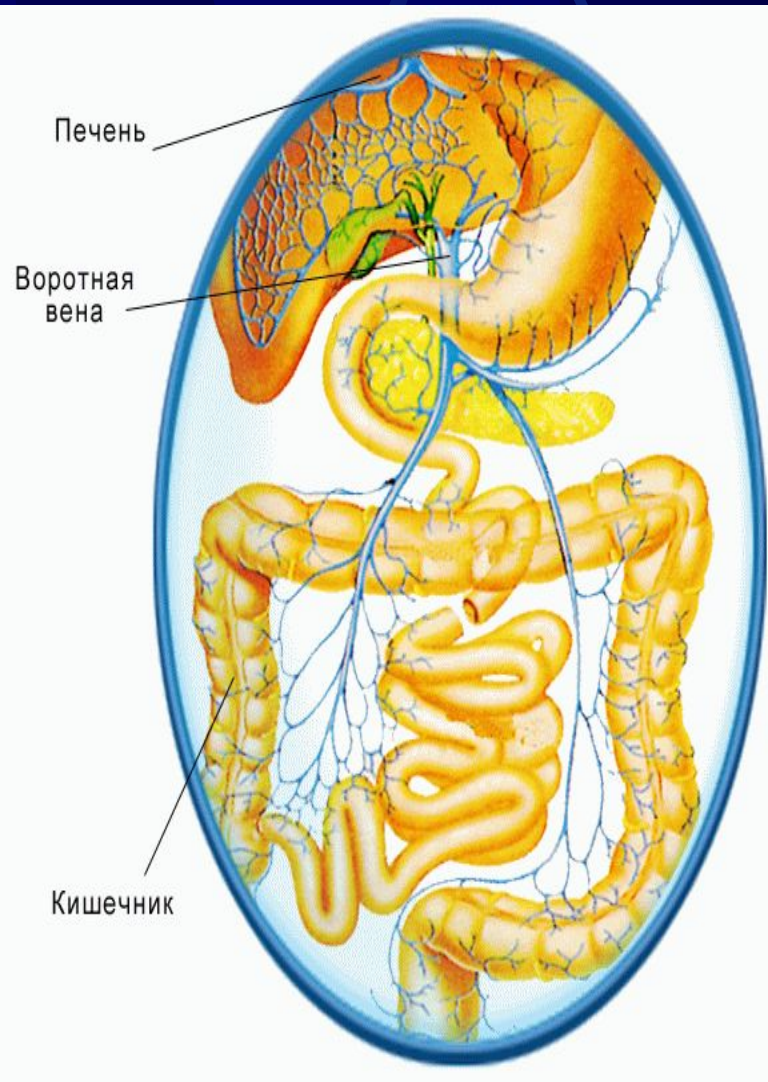
## ● В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ



# План лекции:

- 1. Значение 12-перстной кишки в системе пищеварения
- 2. Методы изучения внешнесекреторной функции поджелудочной железы, желчеобразования и желчевыделения у человека
- 3. Состав и свойства поджелудочного сока
- 4. Состав желчи и ее значение для пищеварения
- 5. Регуляция панкреатической секреции
- 6. Регуляция желчеобразования и желчевыделения

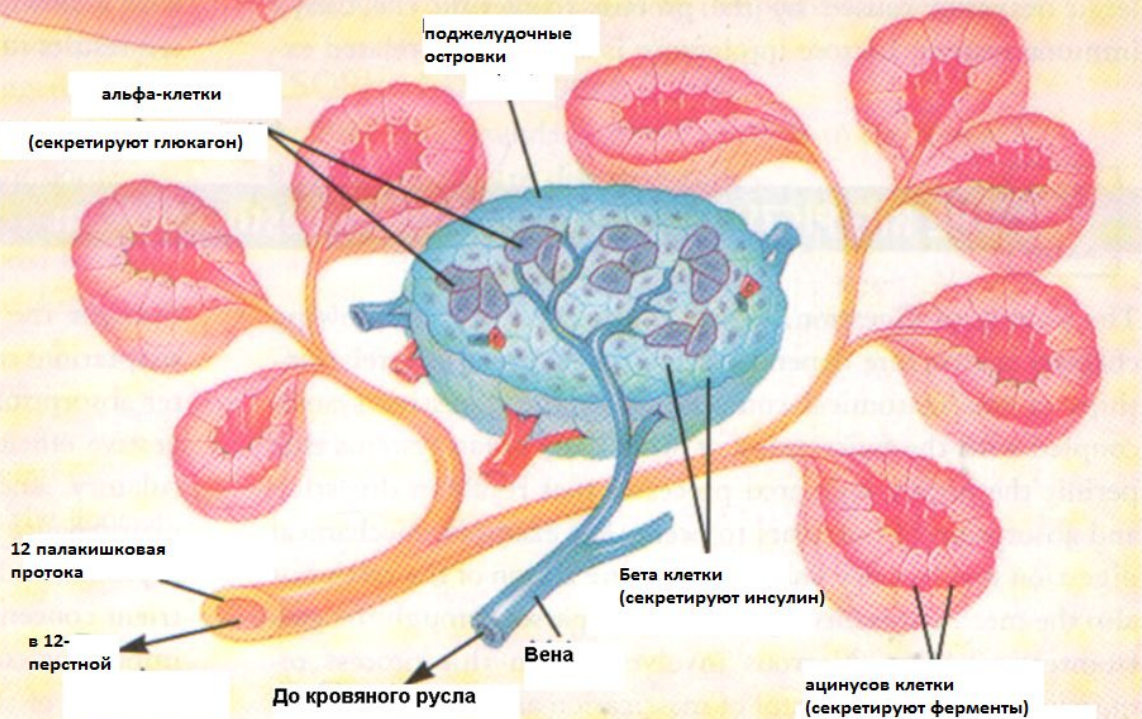
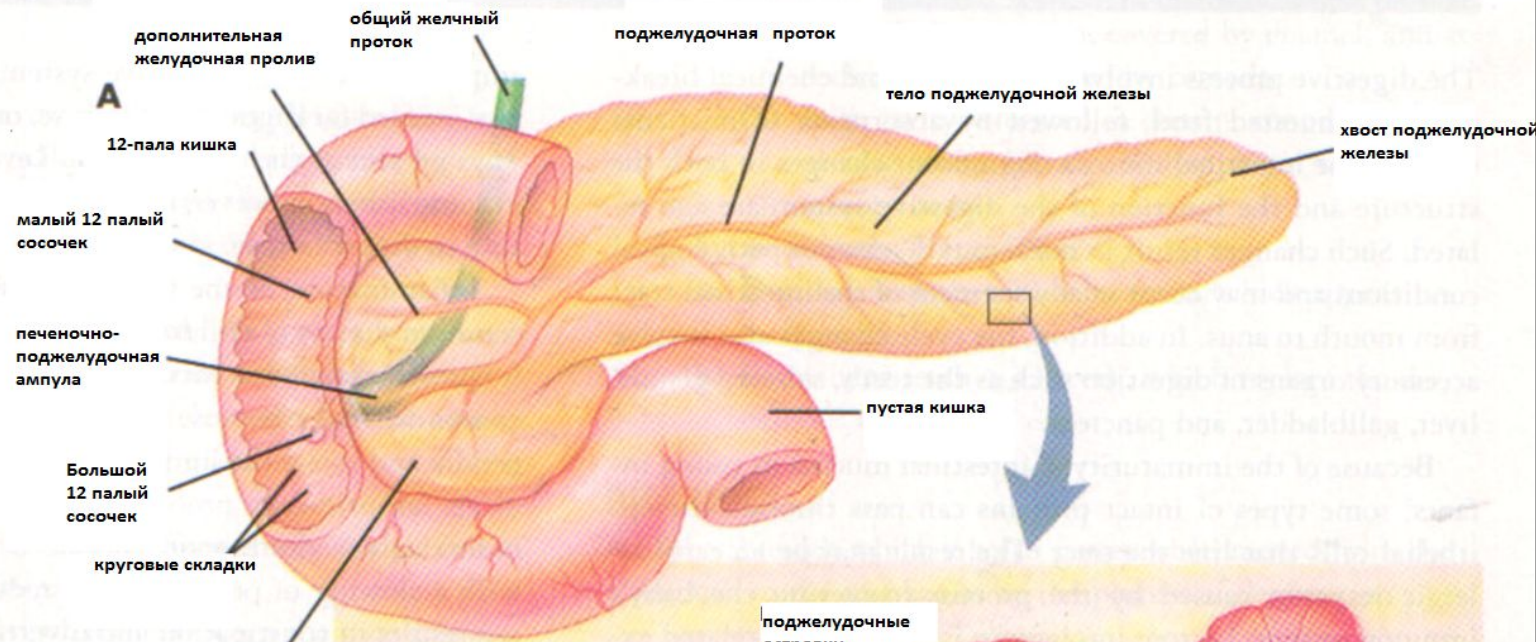
# Значение 12-перстной кишки в системе пищеварения



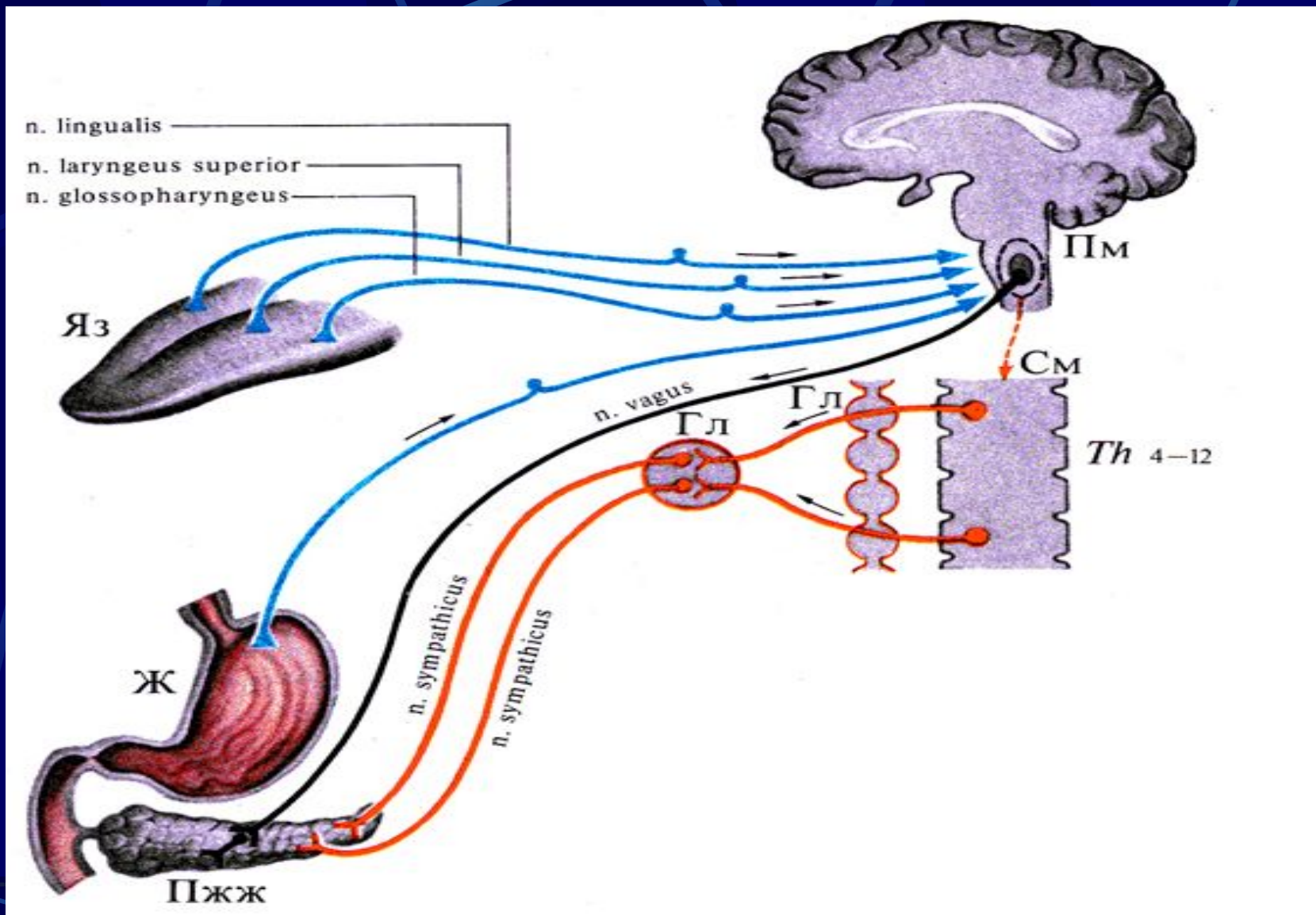
- Пищеварение происходит под воздействием секретов поджелудочной железы, кишечных желез, и при участии секрета печени – желчи.
- Имеется полный набор ферментов.
- Происходит глубокий гидролиз пищевых веществ до конечных продуктов, способных ассимилироваться организмом.
- Двенадцатиперстная кишка – основное звено гуморальной регуляции секреторной и моторной деятельности всей пищеварительной системы – продуцирует большое количество гастроинтестинальных гормонов.

# Методы исследования внешнесекреторной функции поджелудочной железы, печени и состояния желчного пузыря





# Иннервация подж. железы



# Состав сока поджелудочной железы

Вырабатывается в сутки – 1,5-2,0 л

pH – 7,8-8,4. Содержит:

## *I. Неорганические вещества (1,0%)*

- 1) Бикарбонаты натрия – 125 ммоль/л ;
- 2) Катионы: натрия, кальция, калия, магния и др.;
- 3) Анионы:  $\text{Cl}$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{HPO}_4$ .

## *II. Органические вещества (0,1-0,3%)*

Белки (ферменты).

# Ферменты поджелудочного сока

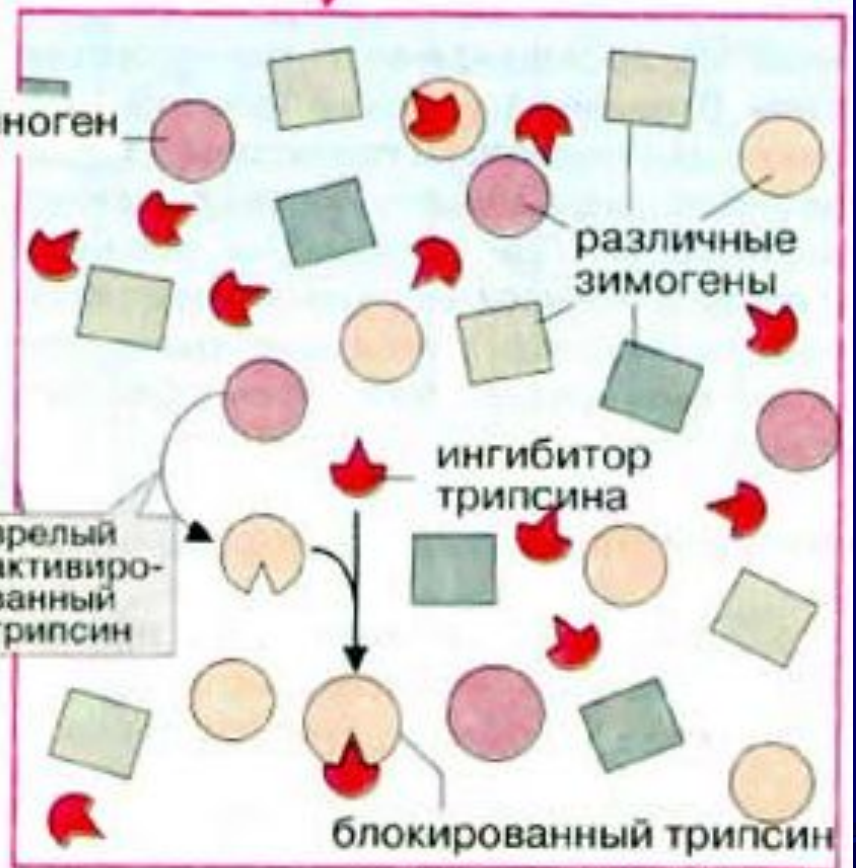
- I. Протеазы , вырабатываются в неактивном виде – в виде зимогенов
- II. Альфа-амилаза, мальтаза, лактаза, сахараза
- III. Липаза и фосфолипаза
- IV. Нуклеазы: рибонуклеаза, дезоксирибонуклеаза

**Оптимум pH - 8**



# Протеазы п/ж сока - зимогены

- a) Трипсиноген
- b) Химотрипсиноген
- c) Прокарбоксипептидаза
- d) Проаминопептидаза
- e) Проколлагеназа
- f) Проэластаза



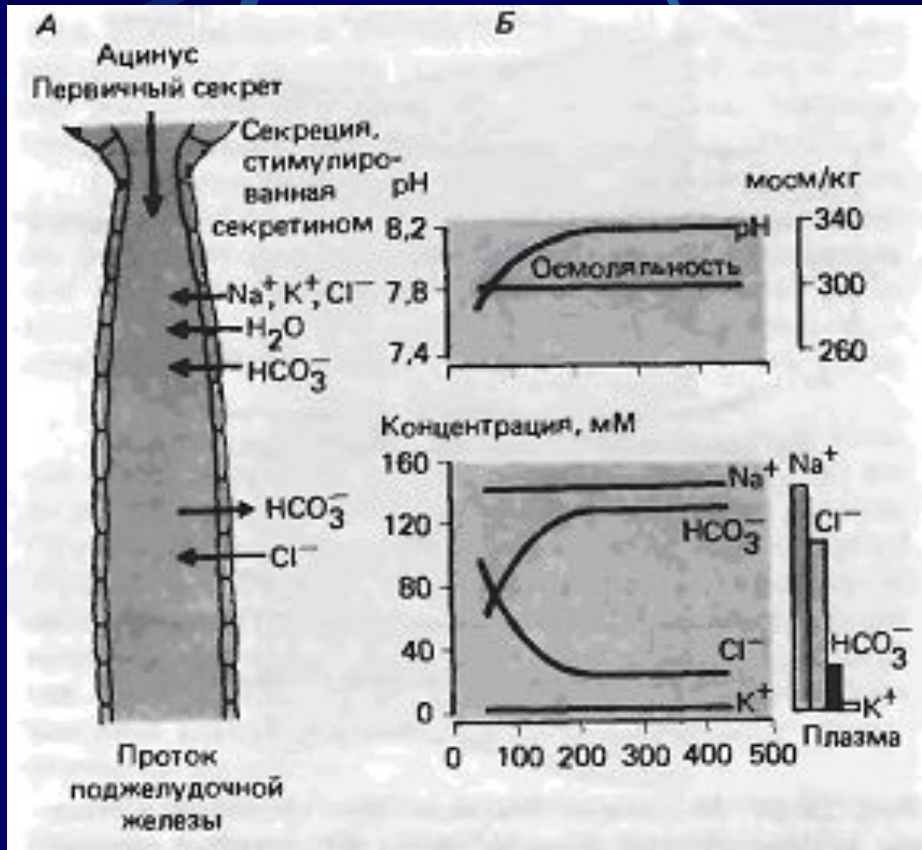
Секрет поджелудочной железы

Тонкий кишечник

# Схема активации зимогенов



# Экзокринный отдел поджелудочной железы



Карбоангидраза

$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Cl}^-$

$\text{HCO}_3^-$

$\text{H}_2\text{O}$

$\text{HCO}_3^-$

$\text{Cl}^-$

# Этапы пищеварения

I. Полостное пищеварение – происходит в химусе

II. Пристеночное контактное - в гликокаликсе

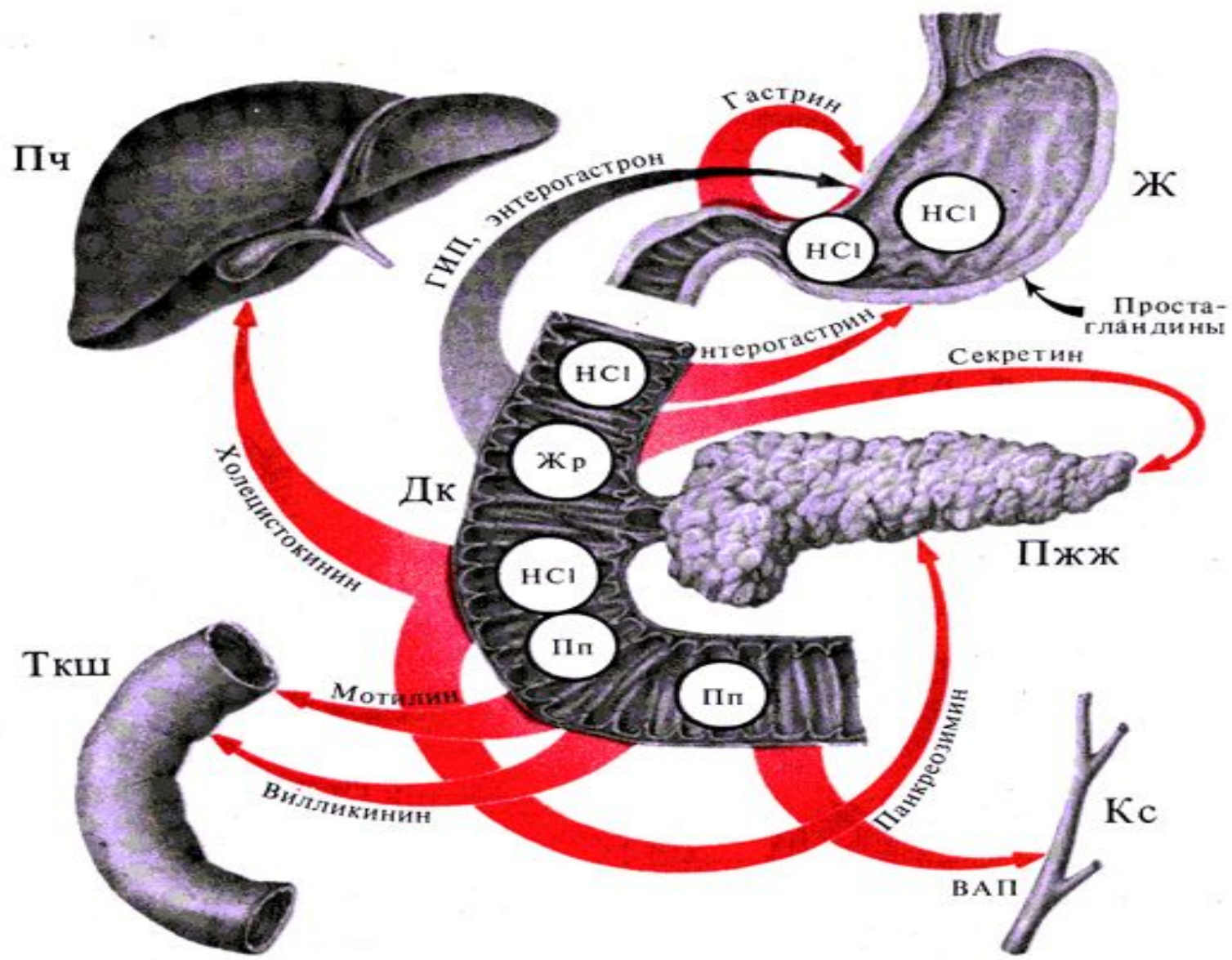
III. Пристеночное, связанное со всасыванием – на мембране микроворсинок энтероцитов

# 12-перстная кишка

- Центр эндокринной регуляции пищеварения – APUD – система – более 20 интестинальных гормонов.

- Наиболее известные:

**Секретин, ХЦК-ПЗ (холецистокинин-панкреозимин), мотилин, вилликинин**



Примечание. Холецистокинин и панкреозимин-идентичны.

# Содержимое **12**-перстной кишки

- I. Химус (рН – кислая) из желудка
- II. Сок поджелудочной железы (рН – щелочная)
- III. Желчь – секрет печени (рН – щелочная)
- IV. Кишечный сок – секрет бруннеровых и люберкюновых желез, а так же всех энтероцитов (рН – щелочная)

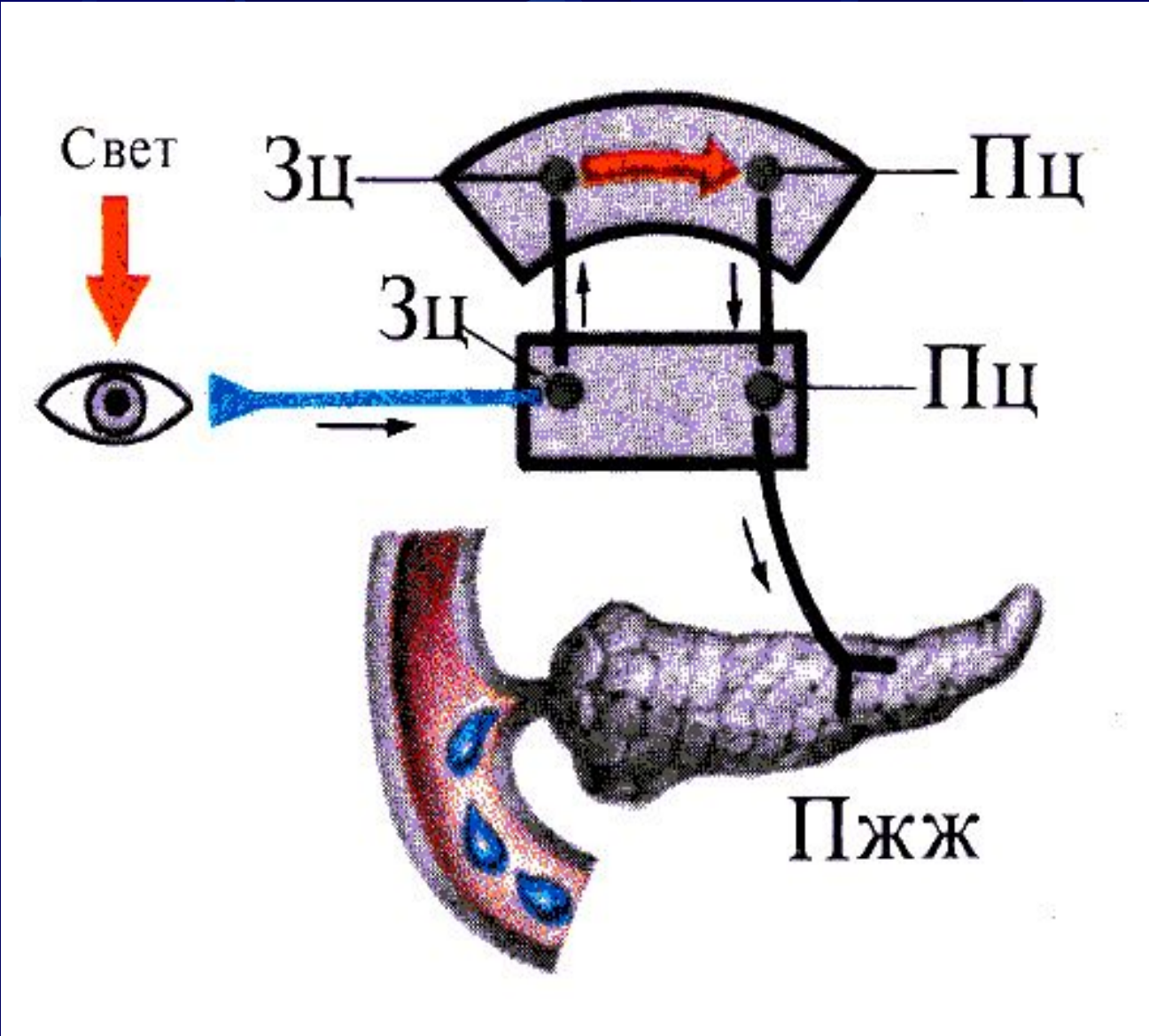


# Фазы регуляции секреции поджелудочного сока

- I. Сложно-рефлекторная – нервная  
– n.vagus
- II. Желудочная – нервно-  
гуморальная - n.vagus,  
симпатические нервы, гастрин
- III. Кишечная – гуморальная –  
секретин, ХЦК-ПЗ

# Сложнорефлекторная фаза

- Сложнорефлекторная фаза панкреатической секреции обусловлена видом, запахом пищи (условно-рефлекторные раздражители), а также воздействиями на рецепторы полости рта, жеванием, глотанием (безусловно-рефлекторные раздражители). Импульсация от рецепторов поступает в продолговатый мозг и затем по волокнам блуждающего нерва к железе и вызывает ее секрецию.

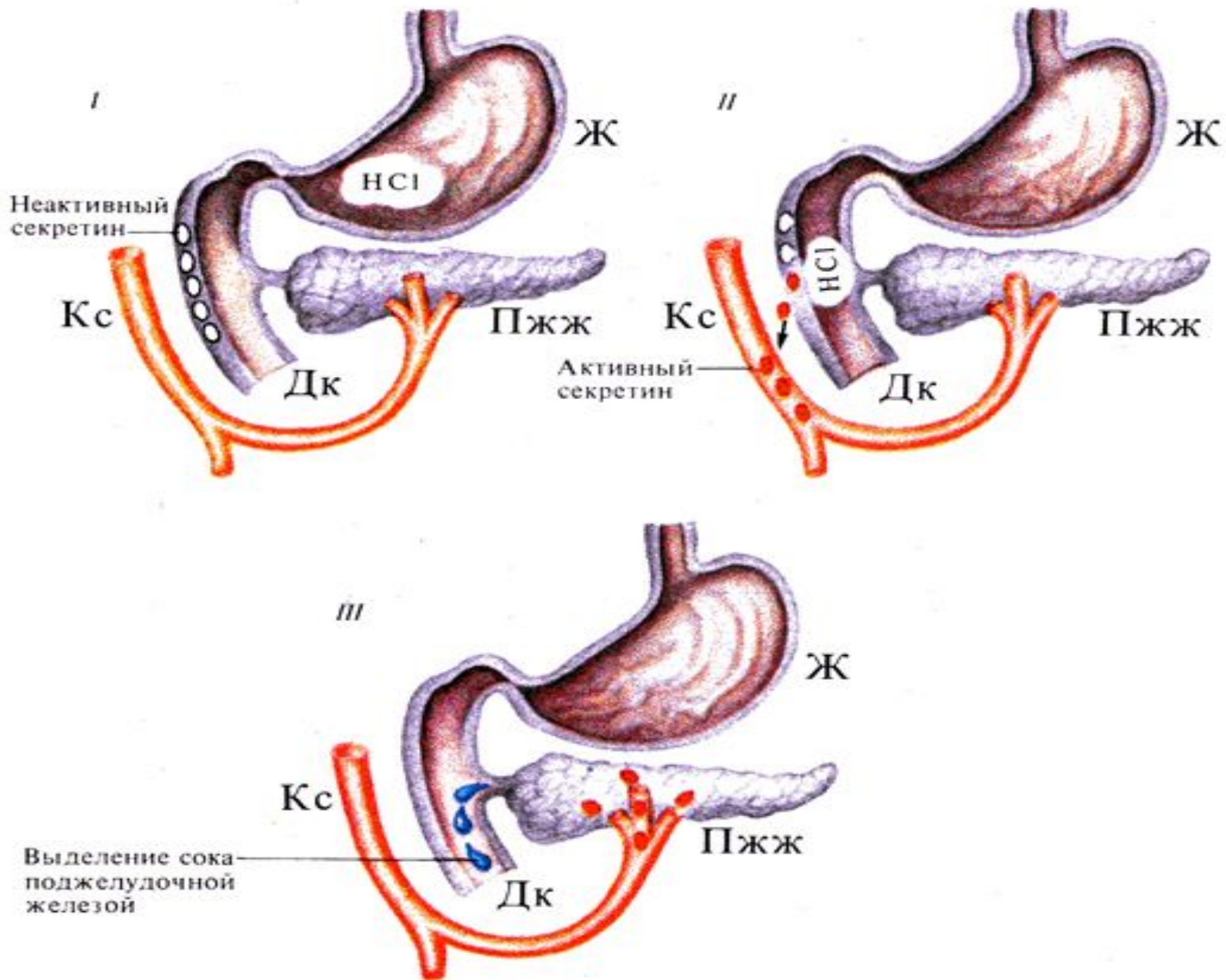


# Желудочная фаза

- Секреция во время нее стимулируется путем ваговагального рефлекса с механорецепторов желудка и с помощью гастрин.

# Кишечная фаза

- Начинается с перехода желудочного содержимого в 12-п. кишку. Кислое содержимое 12-п. кишки действует на слизистую оболочку и вызывает высвобождение в кровь секретина и ХЦК, стимулирующих панкреатическую секрецию. В эту фазу секреция стимулируется также ваго-вагальным дуадено-панкреатическим рефлексом.

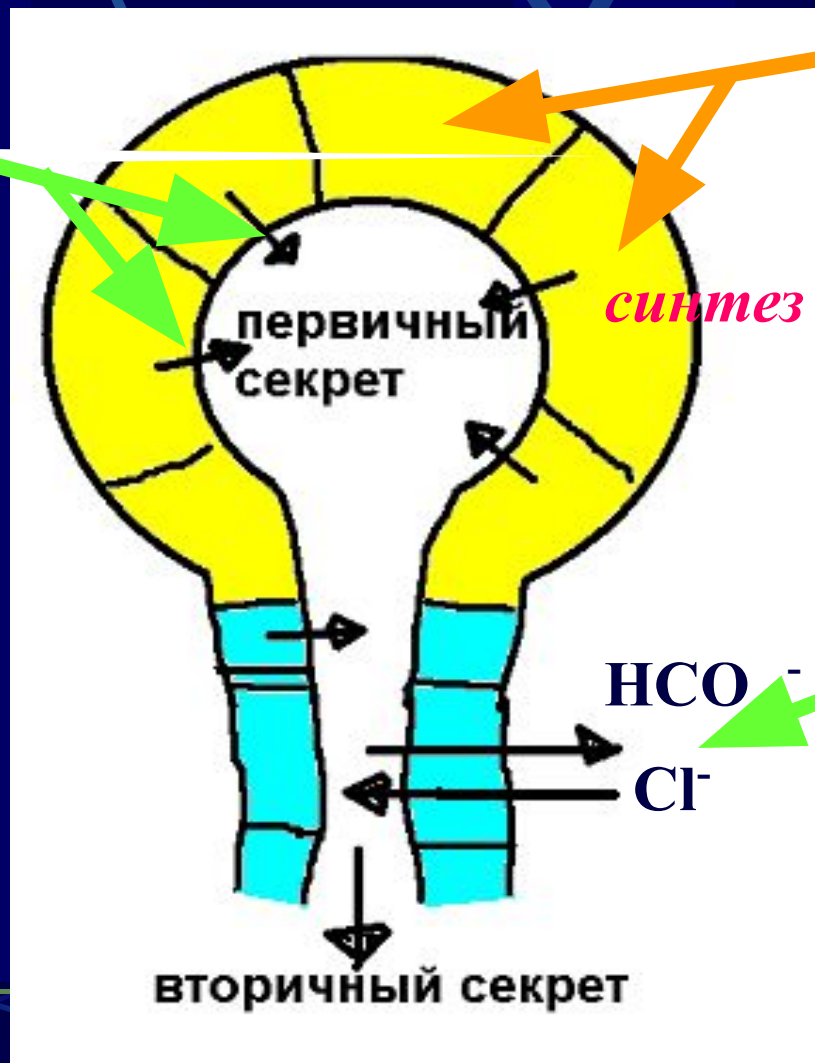


# Схема регуляции выработки сока

п/ж

n.vagus,  
ХЦК-ПЗ  
гастрин

*экструзия*



Симпати-  
ческие  
нервы

секретин

# Гормоны, стимулирующие секрецию поджелудочного сока

- 1 – секретин; 2 – холецистокинин-панкреозимин; 3 – гастрин; 4 – инсулин; 5 – бомбезин; 6 – субстанция Р (нейропептид); 7 – серотонин; а также соли желчных кислот.



# Гормоны, тормозящие секрецию поджелудочного сока

- **1 – глюкагон,**
- **2 – кальцитонин,**
- **3 – ЖИП,**
- **4 – ПП,**
- **5 – соматостатин**

# Физиологическое значение секретина и ХЦК-ПЗ

- Секретин вызывает выделение большого количества поджелудочного сока, богатого бикарбонатами, так как влияет стимулирующе на эпителиальные клетки внутридольковых протоков. Холецистокинин-панкреозимин действует преимущественно на панкреоциты ацинусов поджелудочной железы, поэтому выделяющийся сок богат ферментами. Секретин продуцируется эндокринными S-клетками стенки 12-перстной кишки в неактивном состоянии просекретина, который активируется HCl желудочного химуса. Выделение холецистокинина-панкреозимина осуществляется I-клетками стенки 12-перстной кишки под стимулирующим воздействием продуктов начального гидролиза пищевого белка и жира, а также некоторых аминокислот.

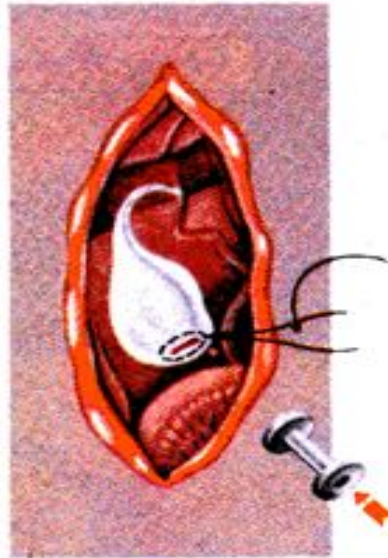
# Печень

Самая крупная железа ЖКТ

- Принимает участие в обмене белков, жиров и углеводов
- Желчеобразование и желчевыделение
- Обезвреживание ядовитых веществ, образующихся при гниении пищи в кишечнике (индол, скатол и др.) – барьерная функция



*I*  
Разрез  
по белой  
линии



*II*  
Наложение  
кисетного  
шва  
на желчный  
пузырь



*III*  
Введение  
фистулы



*IV*  
Укрепление  
фистулы  
в кожной  
ране



*V*

- Желчь образуется в гепатоцитах печени, затем по системе желчных протоков попадает либо в желчный пузырь, либо в общий желчный проток. Этот проток открывается в 12-перстную кишку в области дуоденального соска (перед впадением общий желчный проток обычно соединяется с панкреатическим). В области устья общего желчного протока располагается сфинктер Одди.



# Секреция желчи

- Гепатоциты секретируют желчь постоянно и выделяют в желчные протоки (600мл/сутки) – 0,5-1,0л, рН – 7,3-8,0.
- Вне пищеварения сфинктер Одди закрыт, поэтому желчь скапливается и концентрируется в желчном пузыре. Содержание некоторых веществ в желчи может увеличиваться при этом в 5-10 раз. Благодаря такой концентрационной способности желчный пузырь человека, обладающий объемом лишь 50-80 мл, может вмещать желчь, образующуюся в течение 12 часов.

# Состав желчи

*Желчь – жидкость щелочной реакции (рН=7,3-8,0). Суточная секреция – 0,5-1,0 л.*

## Секретируемые вещества:

- Желчные кислоты – хенодезоксихолевая, холевая;
- Соли желчных кислот – натриевая гликохолевая, калиевая таурохолевая;
- Холестерин – предшественник желчных кислот;
- Жирные кислоты
- Лецитин

# Состав желчи

Экскретируемые вещества:

- **Желчные пигменты** – продукты распада гемоглобина:

✓ **Билирубин**

✓ **Биливердин**

✓ **Уробилиноген**



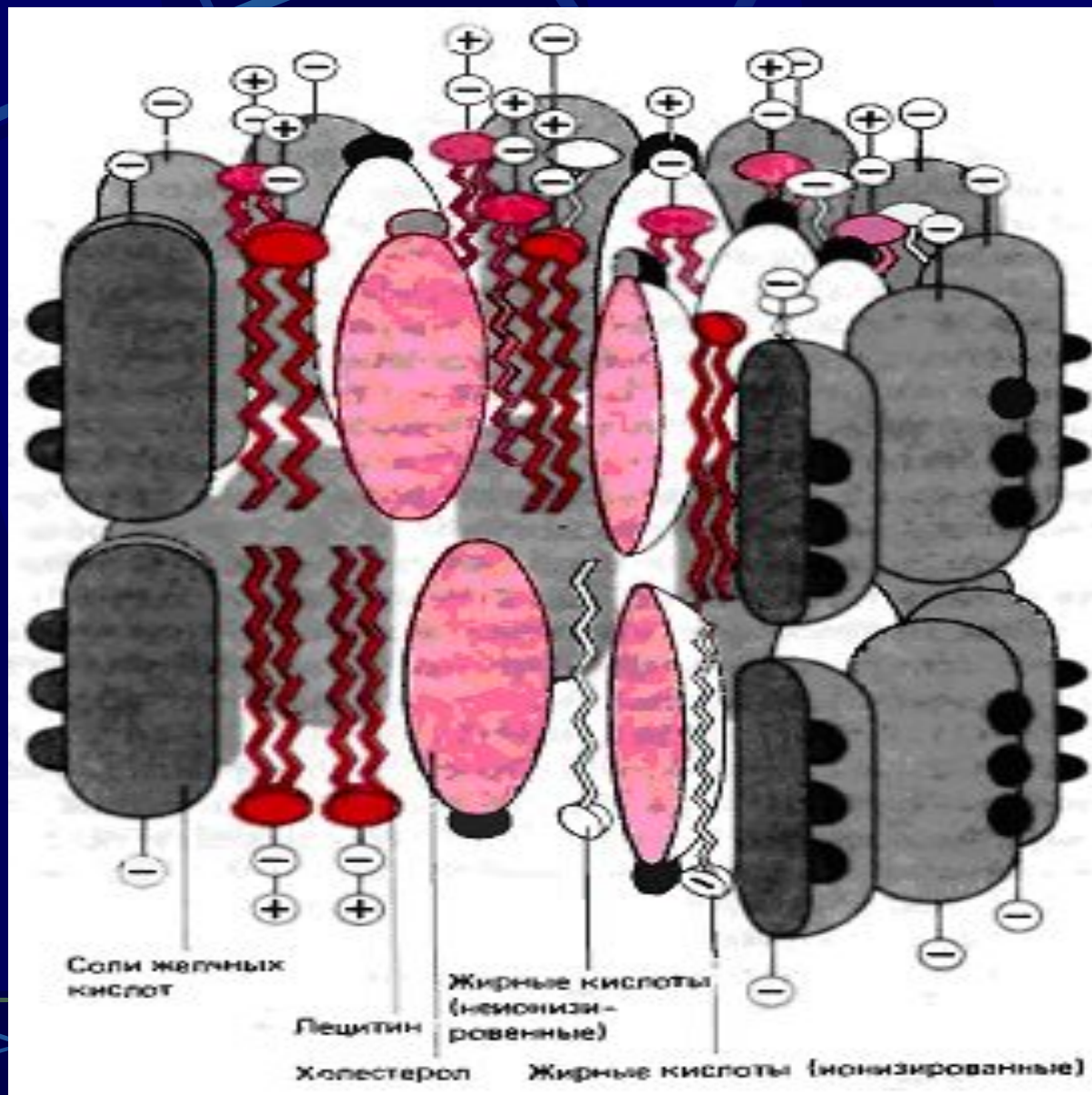
# Функции желчи

- эмульгирует жиры, увеличивая их поверхность для гидролиза лецитина;
- образует комплексы с жирными кислотами, обеспечивая их всасывание;
- повышает активность панкреатических и кишечных ферментов;
- регулирует процесс желчеобразования;
- оказывает бактериостатическое действие (кроме лямблий);

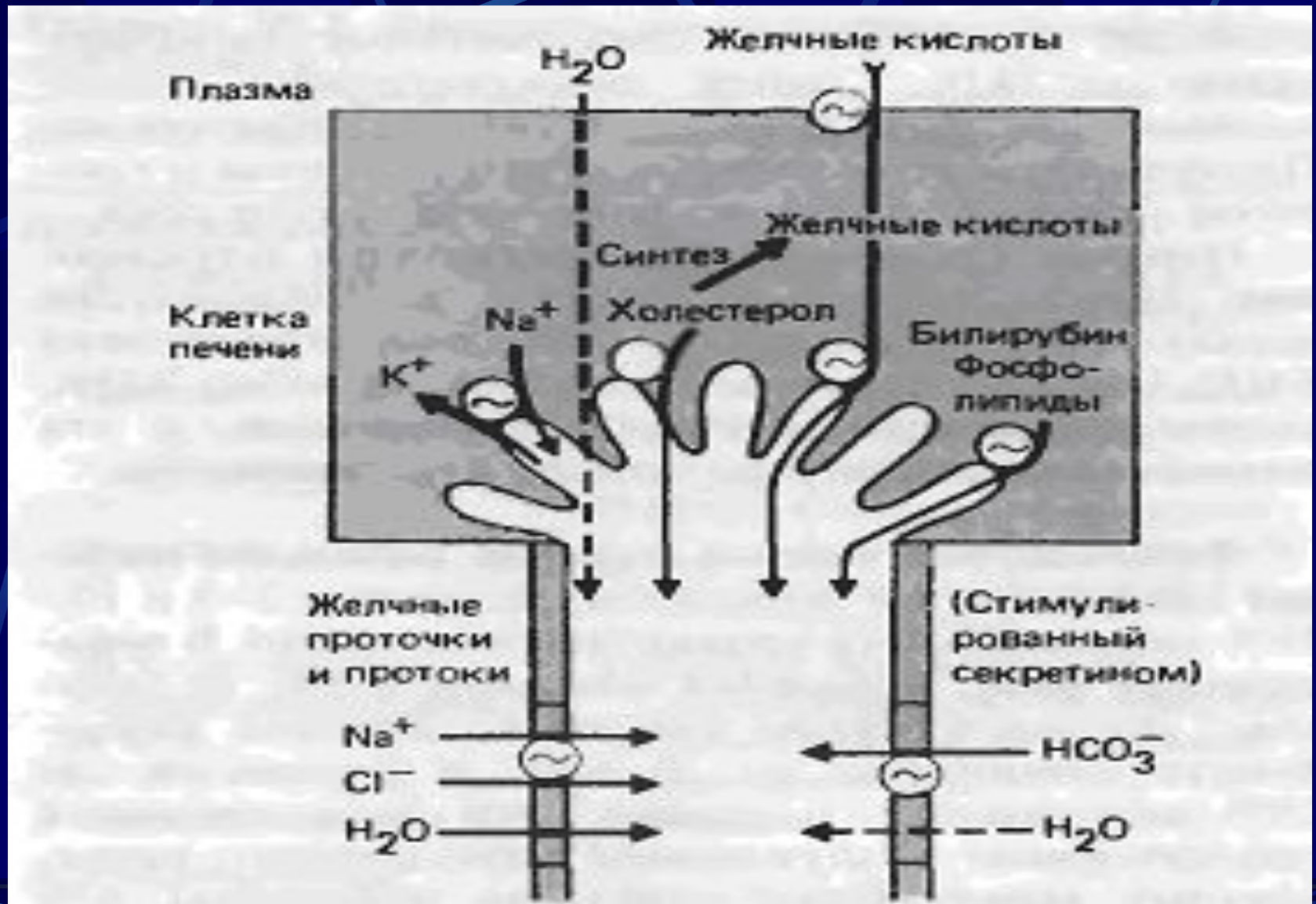
# Функции желчи

- играет важную роль в процессе всасывания каротина, витаминов А, Е, К, аминокислот, холестерина, солей кальция;
- повышает тонус и усиливает перистальтику кишечника;
- экскреторная функция – выведение продуктов обмена – желчных пигментов, холестерина.

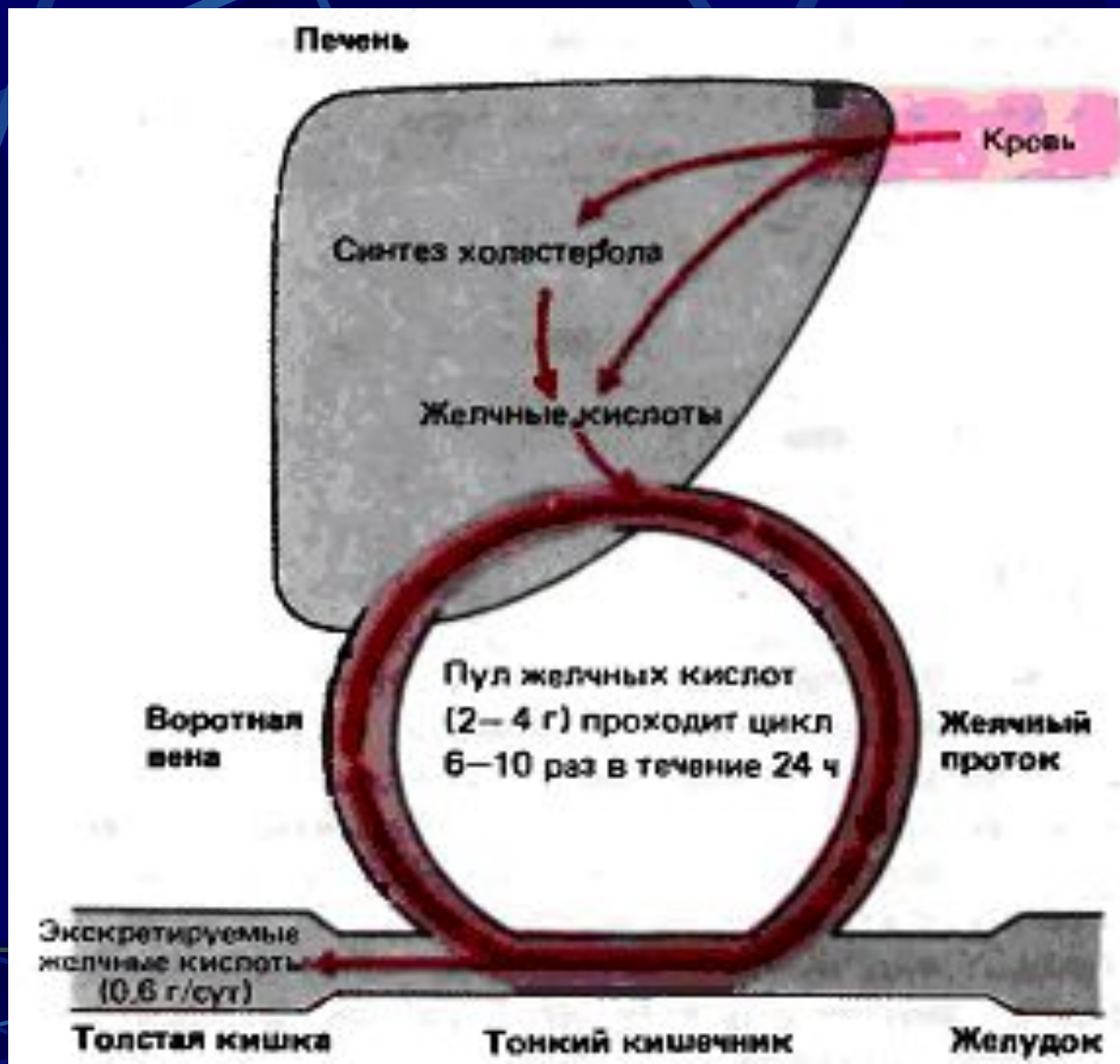
# Строение смешанной мицеллы



# Механизм секреции желчи

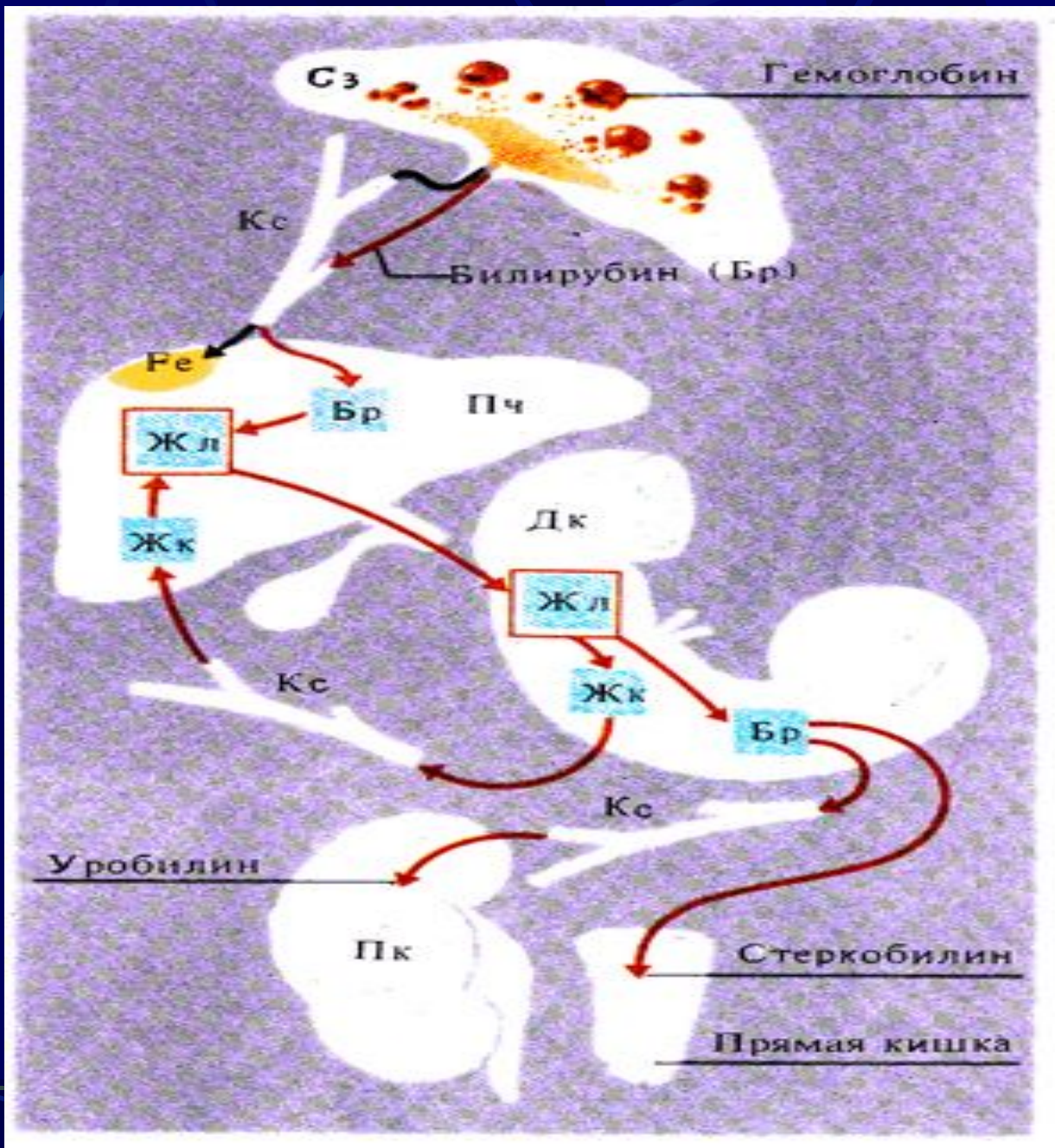


# Кишечно-печеночная циркуляция желчных кислот



# Желчные пигменты

- билирубин, биливердин и уробилиноген – продукты распада в печени гемоглобина. Биливердин находится в желчи человека в следовых количествах. Билирубин нерастворим в воде и, поэтому переносится с кровью к печени в связи с альбумином крови. В гепатоцитах билирубин образует водорастворимые конъюгаты с глюкуроновой кислотой и в незначительном количестве с сульфатом. За сутки в 12-перстную кишку выделяется 200-300 мг билирубина; около 10-20% этого количества реабсорбируется в виде уробилиногена и включается в печеночно-кишечную циркуляцию. Остальная часть билирубина выделяется с калом.



# Регуляция желчеобразования

- Сложно-рефлекторный механизм, как и для поджелудочной железы
- Гуморальный :
  - ❖ сама желчь (кругооборот желчных кислот)
  - ❖ Секретин стимулирует процессы обмена электролитов в протоках



# Регуляция желчеобразования

Виды  
регуляции

Нервная  
(сложнорефлекторная)

Гуморальная

Эфферент-  
ные нервы

УР

БР

Парасимпа-  
тические

Симпати-  
ческие

Гормоны  
или  
физиологи-  
чески  
активные  
вещества

Желчь, HCl, серотонин, ХЦК-ПЗ,  
жир, молоко, яичный желток,  
пептоны

Физиологи-  
ческое  
действие

Стимуляция

Торможение

Стимуляция

# Регуляция желчевыделения

- Происходит только при приеме пищи.
- Блуждающий нерв стимулирует сокращение желчного пузыря и расслабление сфинктера Одди
- ХЦК-ПЗ, секретин и гастрин
- Движение желчи идет по градиенту давления, созданному в протоках и 12-перстной кишке
- Желчь, HCl, глюкагон, VIP тормозят желчевыделение

# Барьерная функция печени

**Пути обезвреживания токсических веществ в печени:**

- Окисление
- Восстановление
- Метилирование
- Ацетилирование
- Конъюгация

# Железы тонкой кишки



**Световая микрография стенки двенадцатиперстной кишки, поперечный срез, x28**

# Кишечный сок

- Мутная вязкая жидкость – 2,5 л/сутки  
рН – 7,2-7,5, максимум – 8,6
- Неорганические вещества – 10г/л –  
*хлориды, гидрокарбонаты и фосфаты  
натрия, калия, кальция*
- Органические вещества – *слизь,  
аминокислоты, белки, мочевины и др.  
продукты обмена*
- Плотная часть сока – *комочки слизи и  
неразрушенных эпителиальных клеток,  
их фрагментов и ферментов*

# Ферменты кишечного сока

- **Пептидазы:** *аминополипептидазы, дипептидазы, лейцинаминопептидазы и др.*
- **Ингибин** – *протеолитический фермент человека.*
- **Нуклеотидаза и нуклеаза**
- **Липаза, фосфолипаза и холестерол-эстераза**
- **Амилолитические** – *амилаза, лактаза, сахараза, гамма-амилаза, энтерокиназа*