

**Гомельский государственный  
медицинский университет**

**Кафедра нормальной и  
патологической физиологии**

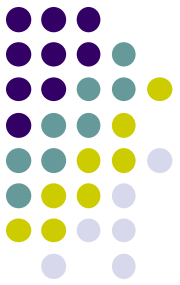
---

**Физиология пищеварения.  
Пищеварение в кишечнике.**

**Лекция для студентов 2 курса**

***Ст. преподаватель Медведева Г.А.***

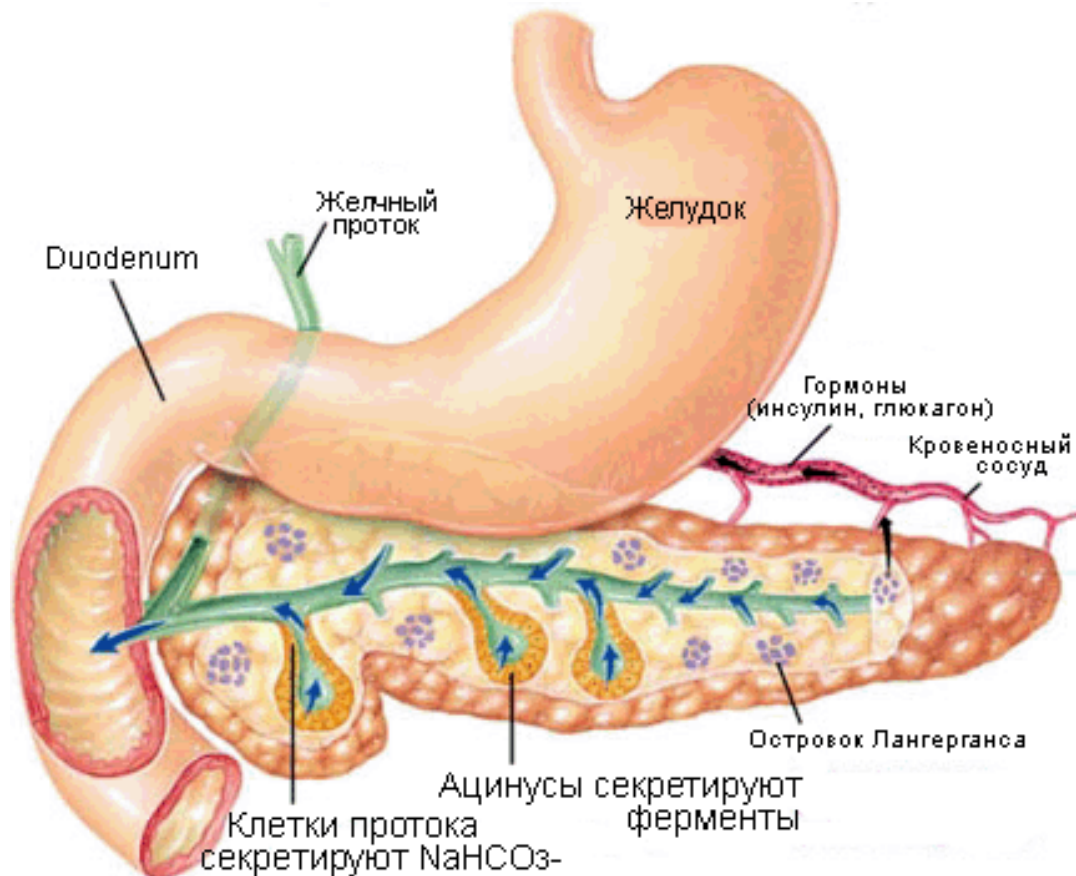
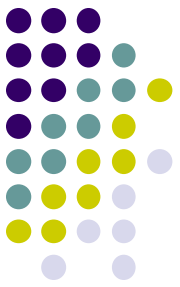




# План лекции:

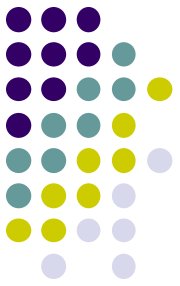
1. Роль поджелудочной железы в пищеварении.
2. Роль печени в пищеварении.  
Состав и функции желчи.
3. Пищеварение в тонком кишечнике.
4. Пищеварение в толстом кишечнике.  
Дефекация.

# Роль поджелудочной железы в пищеварении.



# Панкреатический сок –

бесцветная прозрачная жидкость,  
(V = 1,5-2 л., плотность 1,005-1,014, pH = 7,8-8,4),  
состоящая из воды и плотных веществ



## ● Неорганические компоненты

Анионы: гидрокарбонаты  
(до 150 ммоль/л)

хлориды,  
гидрофосфаты,  
сульфаты

Катионы: натрий, калий  
магний, кальций,  
цинк

Изотоничен плазме

## ● Органические компоненты-

**ФЕРМЕНТЫ:**

- пептидазы и фосфолипаза А секретируются в виде предшественников;
- липаза, амилаза, рибонуклеаза – в активном виде.



# Ферменты панкреатического сока:

- **Протеолитические:**

- **Эндопептидазы** (расщепляют белки и высокомолекулярные полипептиды до низкомолекулярн. полипептидов)

энтерокиназа

Трипсиноген  $\longrightarrow$  трипсин

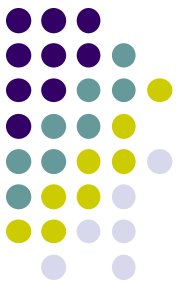
(последующее образование трипсина происходит аутокаталитически)

трипсин

Химотрипсиноген  $\longrightarrow$  химотрипсин

трипсин

Проэластаза  $\longrightarrow$  эластаза

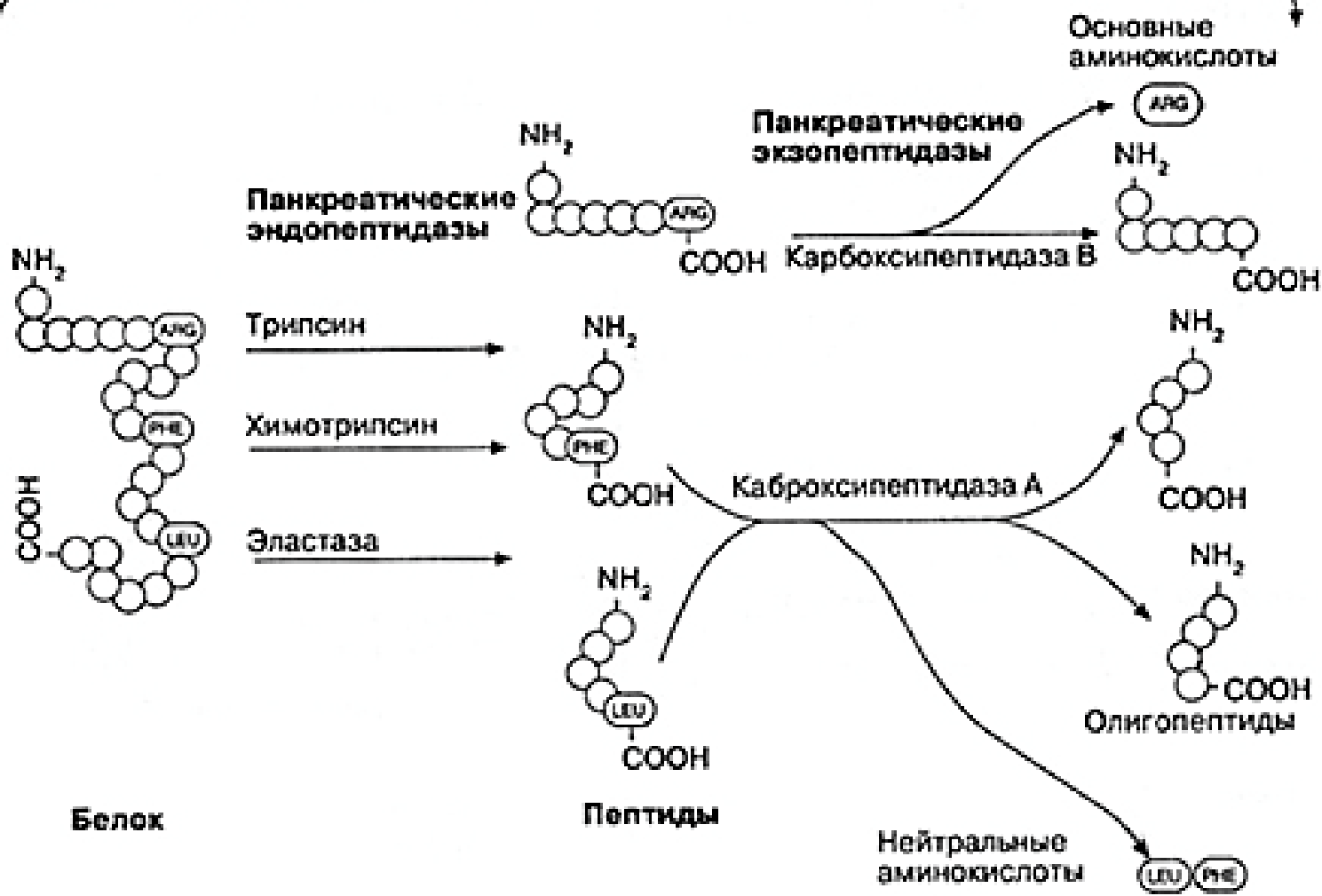
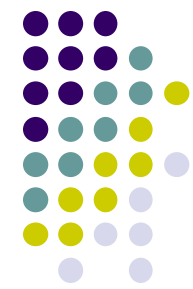


➤ **Экзопептидазы** (катализируют расщепление пептидов до аминокислот):

трипсин

- **Прокарбоксипептидазы А и В** → **карбоксипептидазы А и В**  
(катализируют отщепление аминокислот. остатков с карбоксильного конца)
- **Аминопептидаза** – катализирует отщепление аминокислот. остатков с аминного конца

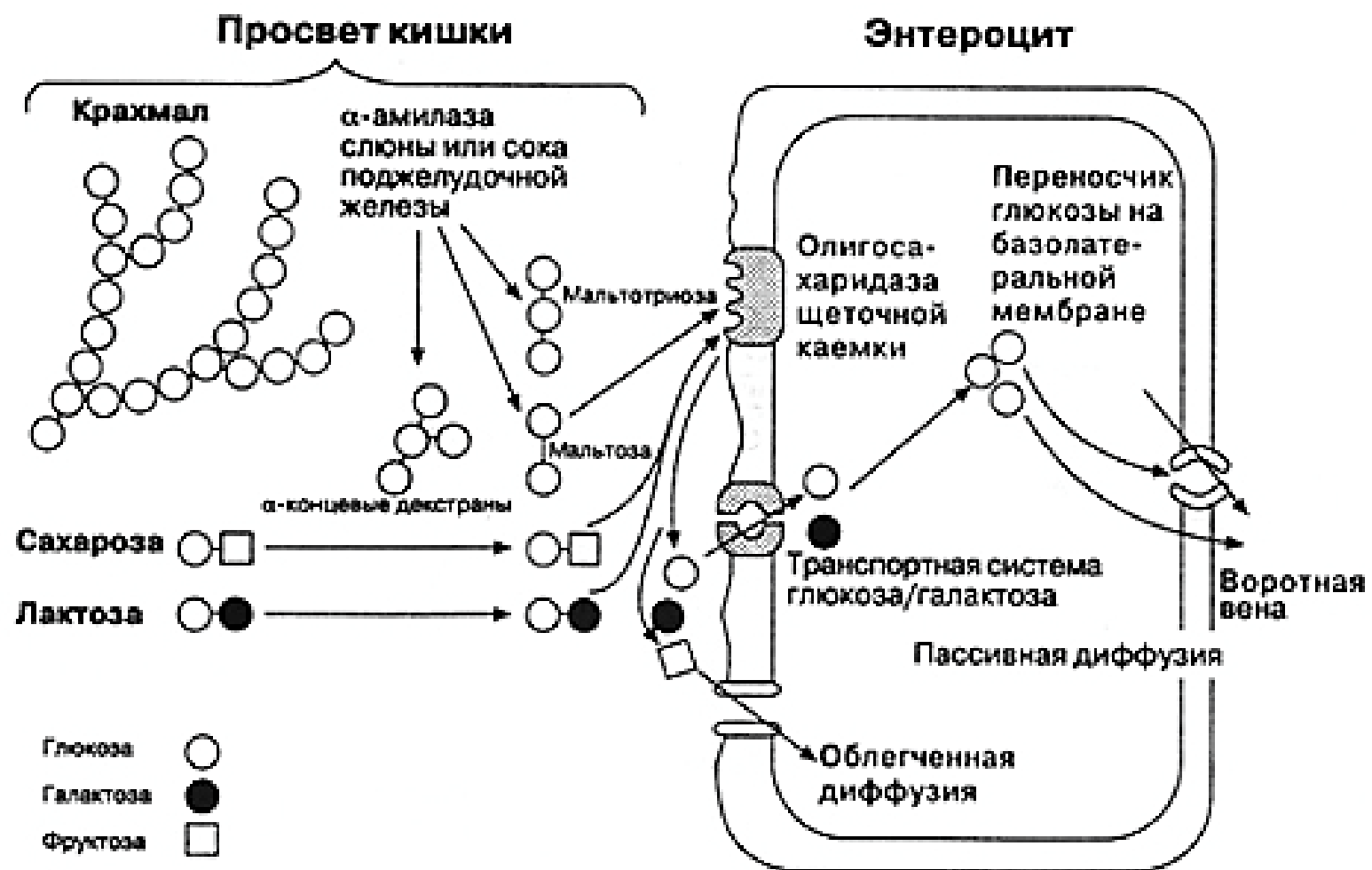
# Просвет тонкой кишки



Переваривание белка в просвете кишки панкреатическими протеазами



- Карбогидразы / амилаолитические –  $\alpha$ -амилаза ( pH = 7.1)**







и ВКК

- **Липолитические:**

- **липаза** – расщепляет жиры до глицерина

- **профосфолипаза А**  $\xrightarrow{\text{трипсин}}$  **фосфолипаза А**

(действует на  
фосфолипиды)

- **холестеролэстераза** – расщепляет эфиры холестерина до холестерина и жирной кислоты

- **Нуклеолитические:** **рибонуклеаза**

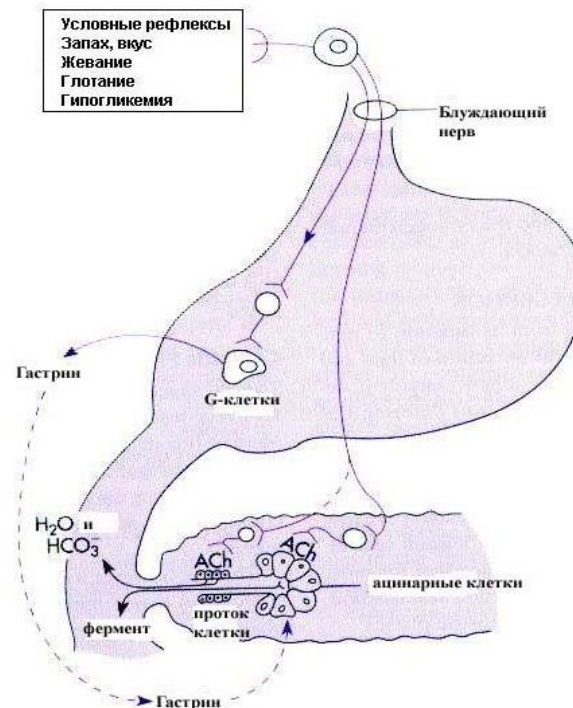
**дезоксирибонуклеаза**

- **Щелочная фосфатаза** – гидролизует моноэфиры ортофосфорной кислоты

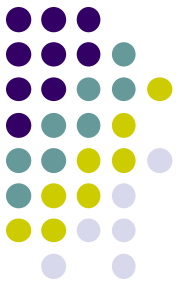
# Фазы панкреатической секреции:



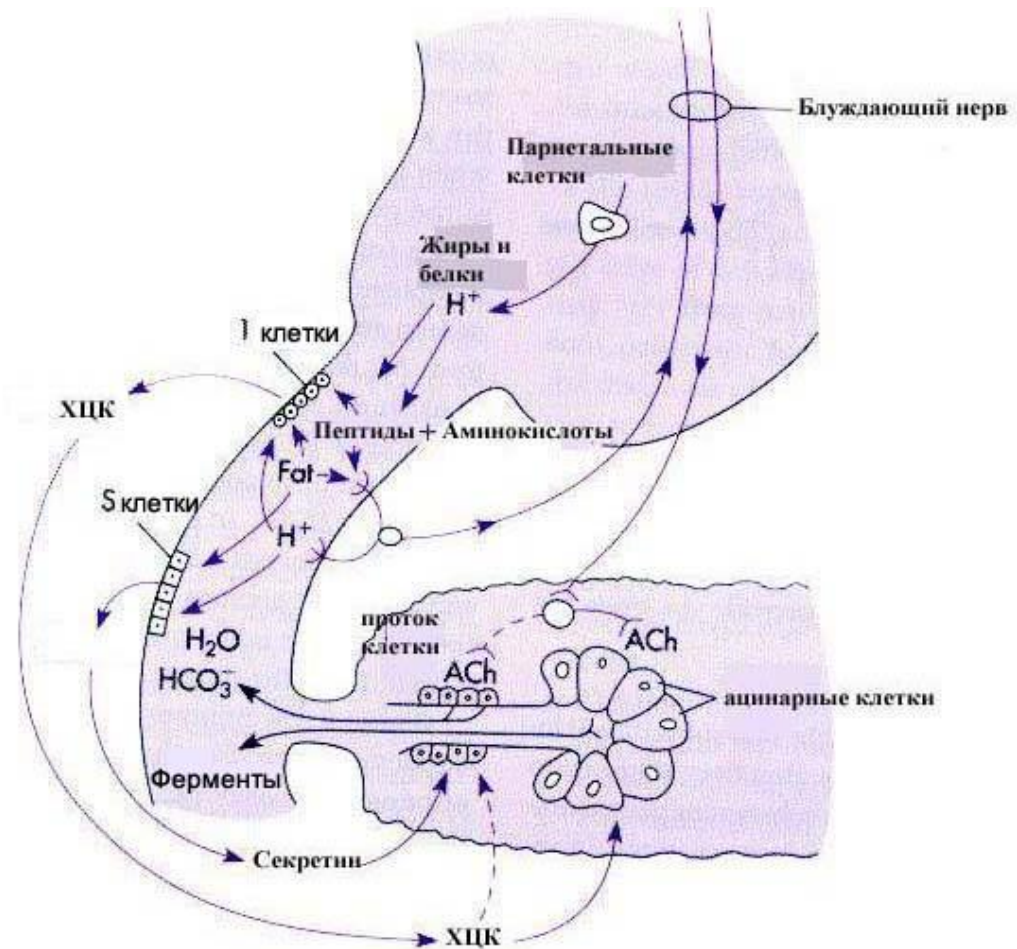
1. **Сложнорефлекторная / мозговая** (20% от всей секреции)
2. **Нейрогуморальная / желудочная** (5-10%)



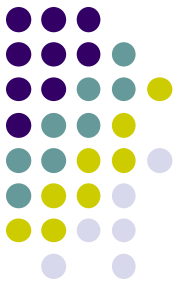
# Фазы панкреатической секреции:



## 3. Кишечная (75-80%)



# Регуляция секреции панкреатического сока



**стимулируют**  
**блуждающий нерв**

**секретин**

(стимулир. выделение большого кол-ва сока,  
богатого *гидрокарбонатами*)

**холецистокинин**

(стимулир. выделение большого кол-ва сока,  
богатого *ферментами*)

**гастрин**

**Ах**

**серотонин**

**НСI**

**инсулин**

**ВИП**

**соли желчных кислот**

**продукты гидролиза**

**угнетают**  
**симпатический нерв**

**соматостатин**

**кальцитонин**

**глюкагон**

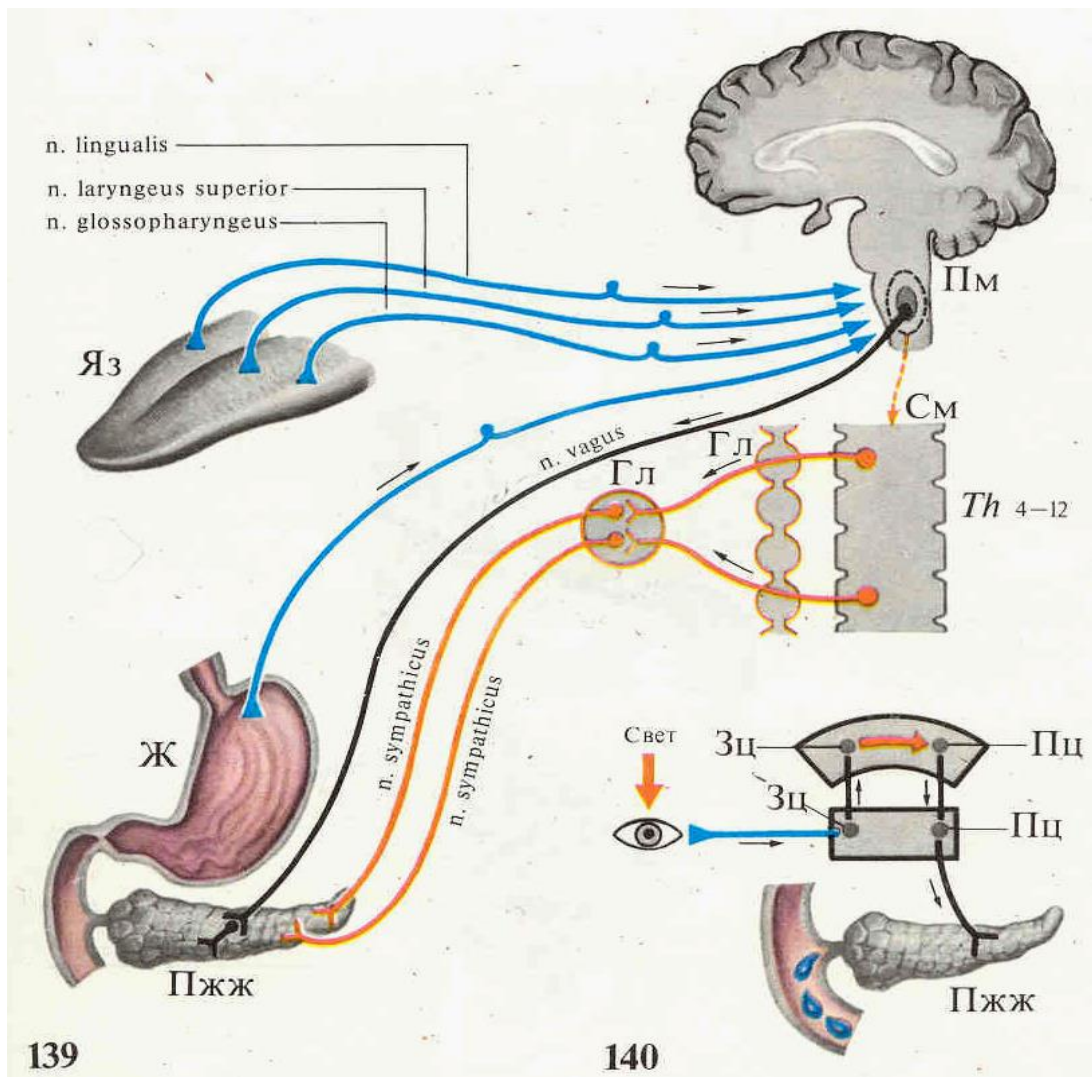
**ЖИП**

**АКТГ**

**панкреатический  
полипептид**

**Боль, сон, умствен. /  
физич. работа**

# Регуляция выделения панкреатического сока



139

140

# Функции секретина



(синтезируется S-клетками 12-типерстной кишки):

- 1) повышает выделение воды и бикарбонатов поджелудочной железой, печенью и бруннеровскими железами кишечника;
- 2) усиливает секрецию пепсина желудком и тормозит кислую секрецию желудка;
- 3) вызывает замыкание привратника и тормозит моторную функцию ЖКТ;
- 4) снижает уровень гастрина;
- 5) стимулирует инкрецию инсулина и тормозит инкрецию глюкагона;
- 6) усиливает активность холецистокинина;
- 7) оказывает трофическое влияние на поджелудочную железу;
- 8) снижает абсорбцию воды и натрия в ЖКТ.

Отделение сока поджелудочной железы на

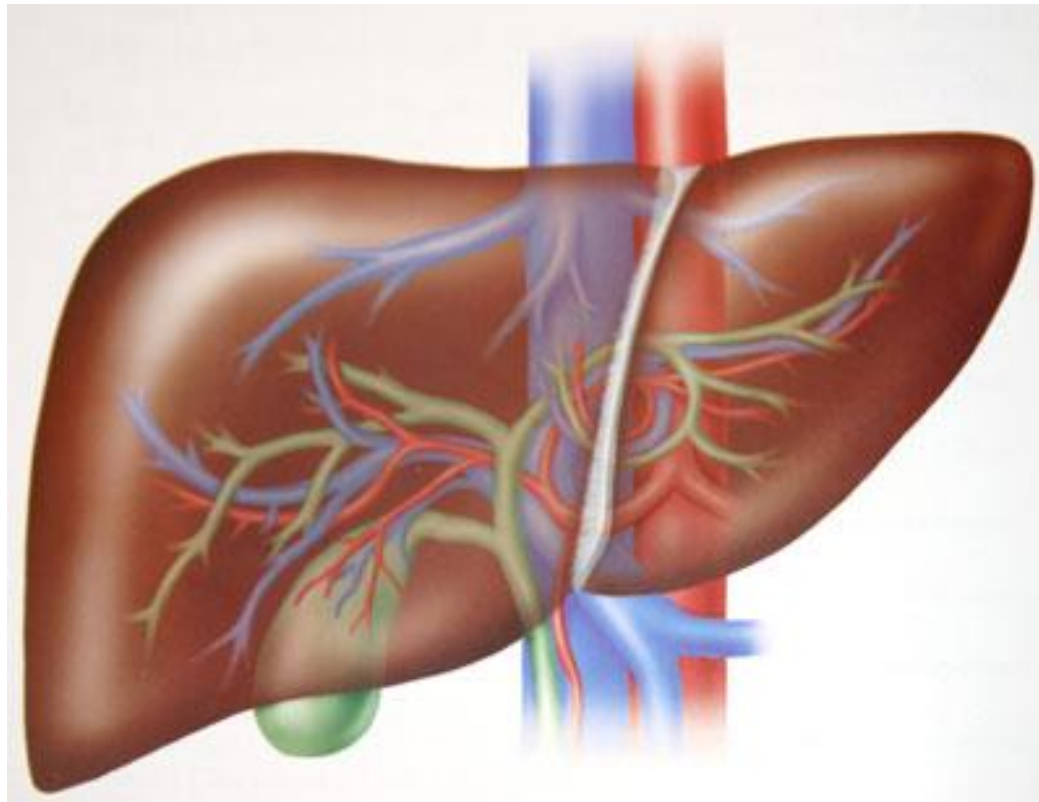
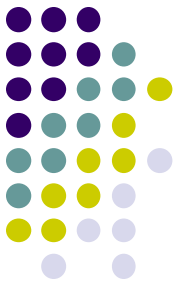
мясо

хлеб

молоко

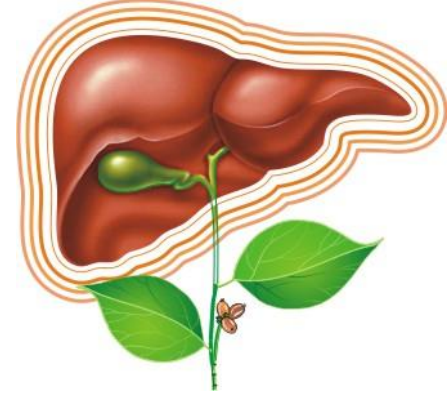


# **РОЛЬ ПЕЧЕНИ В ПИЩЕВАРЕНИИ. СОСТАВ ЖЕЛЧИ.**



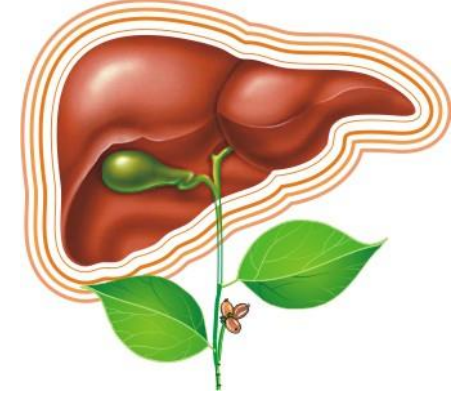


# Непищеварительные функции печени:



- 1) Детоксикационная
- 2) Регуляция углеводного обмена. Гликогенез.
- 3) Регуляция липидного метаболизма.
- 4) Синтез белков – альбумина, протромбина, фибриногена, транспортных белков плазмы.
- 5) Депонирование белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов.
- 6) Депонирование крови.
- 7) Участие в метаболизме гормонов (альдостерон).
- 8) Участие в обмене пигментов (билирубин).

# Пищеварительные функции печени:



- **Секреторная** – образование и выделение желчи;
- **Экскреторная** – участие в печёночно-кишечной циркуляции желчных кислот и желчных пигментов.

**Желчь** – жидкость золотистого  
цвета, изотоничная плазме крови  
( $V = 0,5 - 1,5$  л)



**печёночная**

**пузырная**

**pH 7,3 - 8**

**pH 6 – 7**

плотность 1,008 – 1,015

плотность 1,026 – 1,048

вода – 97,5%

вода – 92%

**Неорганические в-ва:** гидрокарбонаты, хлориды,  
ионы калия, кальция, натрия, магния.

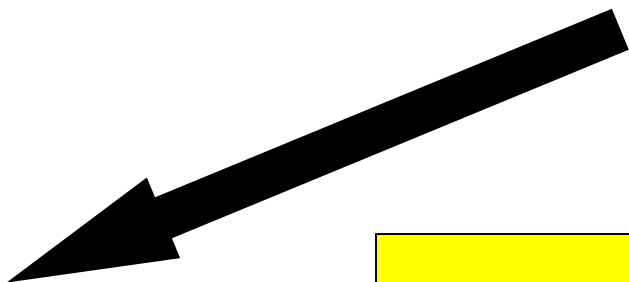
**Органические в-ва:** ферменты (в небольшом кол-  
ве), муцин, холестерин (1,6 – 8,3 ммоль/л),  
витамины А, В, С.

Основной компонент желчи – **ЖЕЛЧНЫЕ КИСЛОТЫ**  
(синтезир. в гепатоцитах)

# Синтез желчных кислот



**Холестерол**



**Первичные**

**Холевая кислота**

**Хенодезоксихолевая  
кислота**

+ глицин =

натриевая соль  
гликохолевой кислоты

+ таурин =

калиевая соль  
таурохолевой кислоты

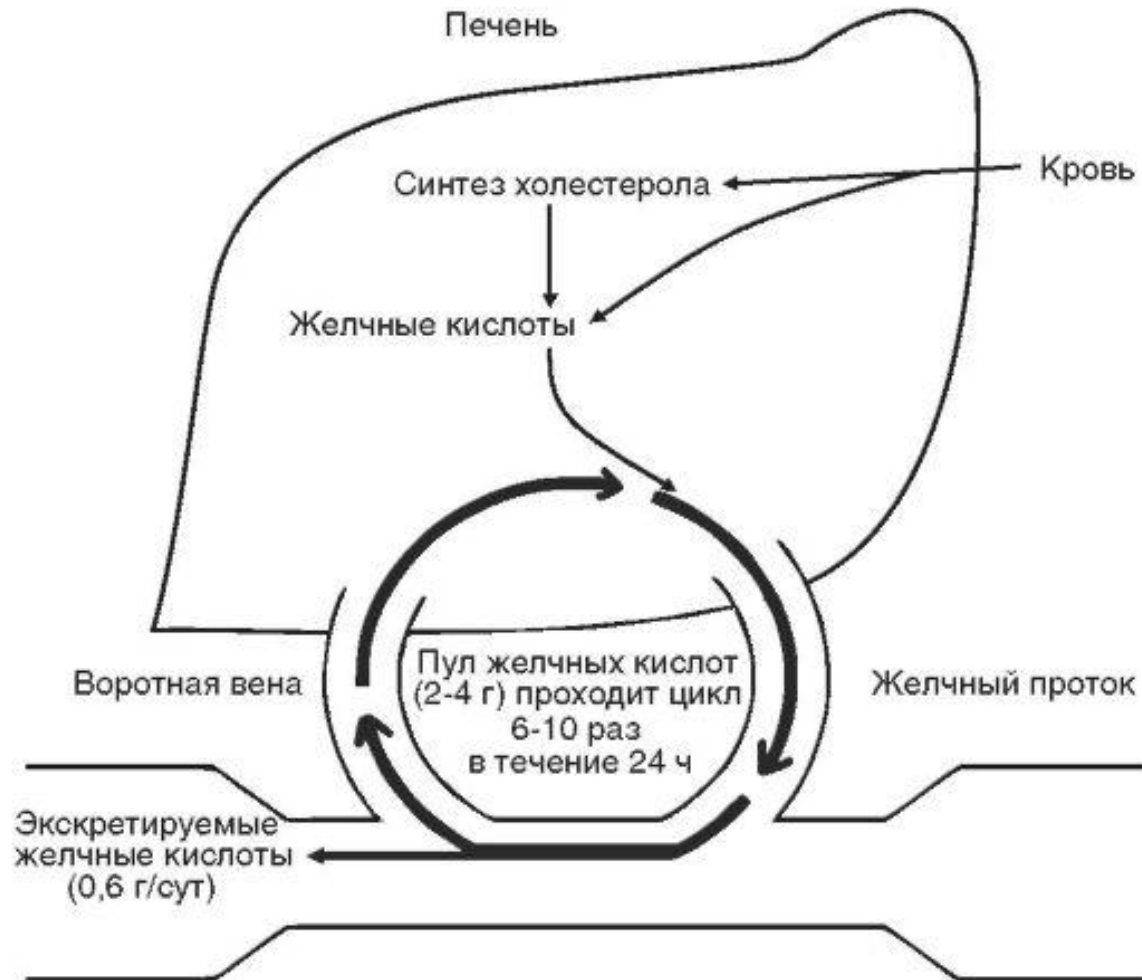
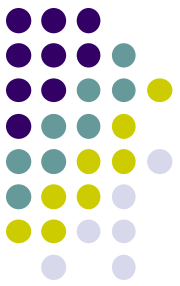


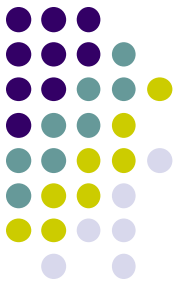
**Вторичные**

**Дезоксихолевая  
кислота**

**Литохолевая  
кислота**

# Печёночно-кишечная рециркуляция ЖК





# **Желчные пигменты-** **продукты распада гемоглобина**



**билирубин**

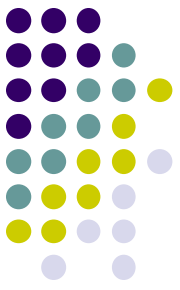
(красно-жёлтого цвета)



**биливердин**

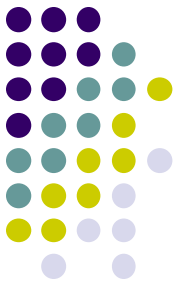
(зелёного цвета)

# Роль желчи в пищеварении:



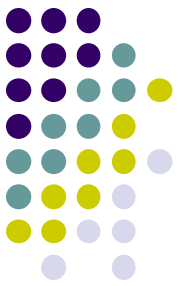
- 1) Способствует оцелачиванию кишечного содержимого в 12-типерстной кишке;
- 2) Обеспечивает эмульгирование жиров и ускорение их гидролиза липазами;
- 3) Растворяет продукты гидролиза жиров, способствует их всасыванию и ресинтезу триглицеридов в энтероцитах;
- 4) Повышает активность панкреатических и кишечных ферментов (особенно липаз);
- 5) Усиливает гидролиз и всасывание белков и углеводов;

# Роль желчи в пищеварении:



- 6) Стимулирует желчеобразование и желчевыделение;
- 7) Стимулирует моторную и эвакуаторную функции тонкой кишки, пролиферацию эпителия слизистой кишки;
- 8) Обладает бактериостатическим действием;
- 9) Гидролиз и всасывание жиров при участие желчи обеспечивает всасывание жирорастворимых витаминов А, D, Е, К.
- 10) Обеспечивает иммунитет за счёт содержания Ig А.

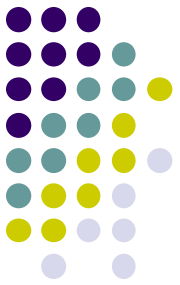




**Холерез / желчеотделение** – процесс образования желчи  
(осуществляется непрерывно).

**Холекинез / желчевыделение** – процесс поступления желчи в 12-типерстную кишку  
– осуществляется периодически,  
после приёма пищи.

# Регуляция холереза



## стимулируют

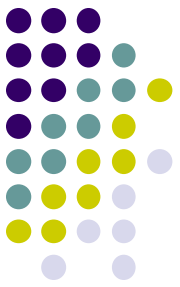
**блуждающий нерв**

- секретин
- гастрин
- холецистокинин
- простагландины
- желчные кислоты
- приём пищи  
(мясо-хлеб-молоко)

## угнетают

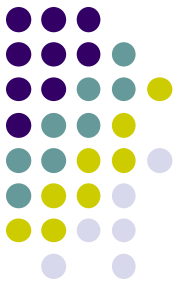
**симпатический нерв**

# Периоды желчевыделения:



- 1) латентный** – происходит расслабление желчного пузыря, а затем его сокращение ( 7-10 мин);
- 2) эвакуаторный** – происходит чередование периодов сокращения с расслаблением: в 12-типерстную кишку сначала поступает пузырная желчь, а затем печёночная.

# Регуляция холекинеза



## стимулируют

### блуждающий нерв

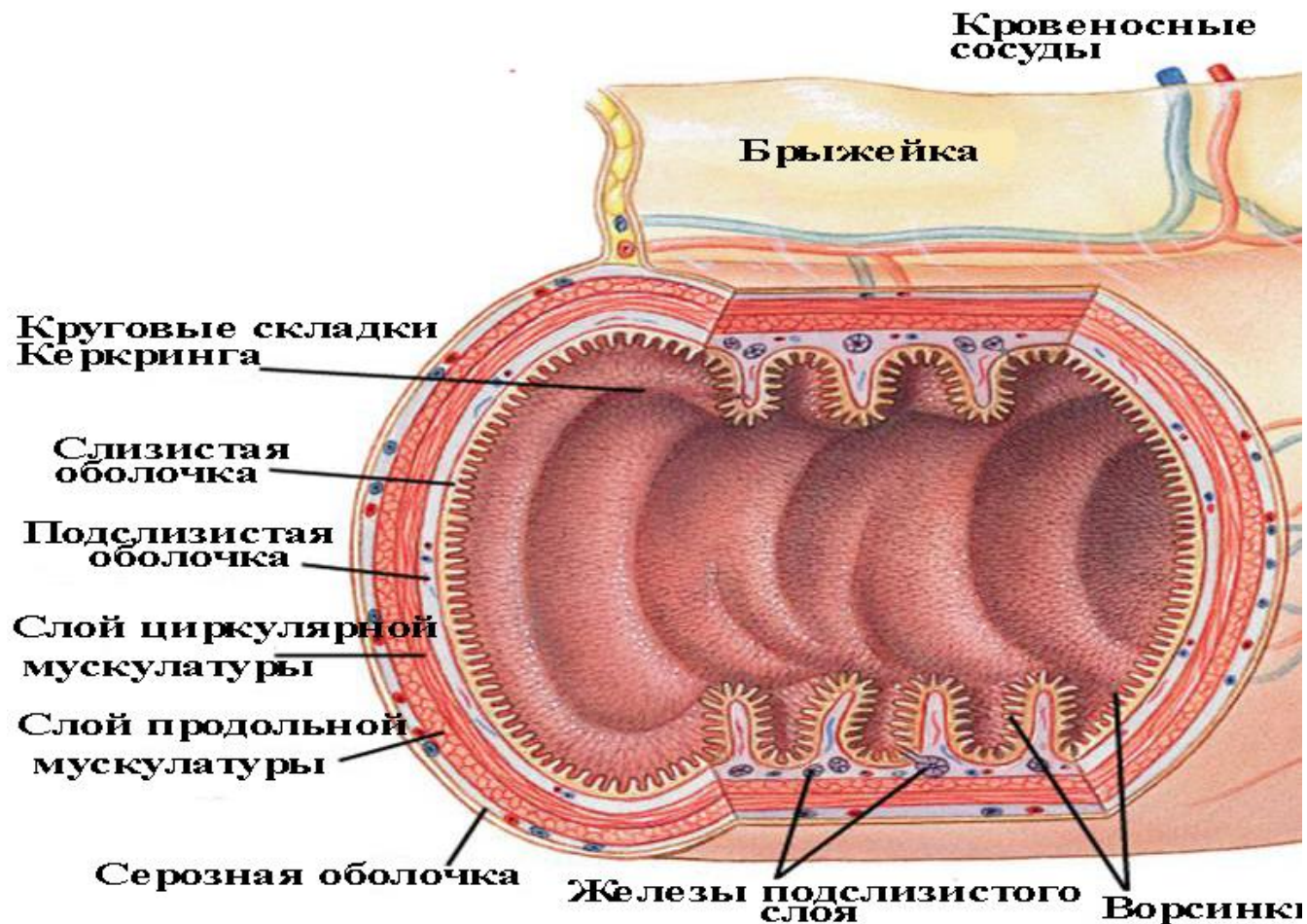
- холецистокинин
- гастрин
- секретин
- АХ
- гистамин
- пища (яичный желток, мясо, молоко)

## угнетают

### симпатический нерв

- глюкагон
- кальцитонин
- вазоинтестинальный пептид

# ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ.



# Кишечные железы



бруннеровы



секретируют

**СЛИЗЬ**, содер.

**муцин и бикарбонаты**

либеркюновы



бокаловидные

**СЛИЗЬ**



энтероциты

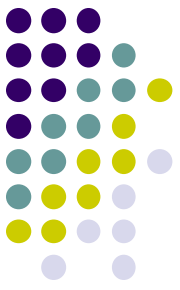
секретируют

**ферменты**

**воду**

**электролиты**

# Кишечный сок – бесцветная мутноватая жидкость, рН = 7,2-8,6 (в сутки до 2,5 л)



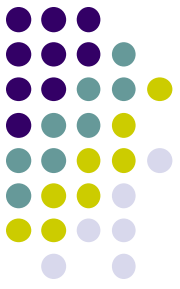
плотная часть:

- 1) слущенные к-ки  
кишечного эпителия
- 2) слизь

жидкая часть:

- 1) вода
- 2) минеральные соли
  - хлориды
  - гидрокарбонаты
  - фосфаты
  - ионы натрия, калия,  
кальция
- 3) ферменты

# Ферменты кишечного сока:



## 1) Амилолитические:

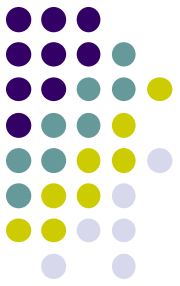
- ❖  $\alpha$  – амилаза (панкреатического происхождения)
- ❖ мальтаза
- ❖ сахараза
- ❖ лактаза

## 2) Протеолитические:

- ❖ полипептидазы



# Ферменты кишечного сока:



## 3) Липолитические:

- ❖ фосфолипаза – расщепляет фосфолипиды, лецитин, изолецитин
- ❖ моноглицеридлипаза – расщепляет моноглицериды до глицерина и жирных к-т
- ❖ холестерераза – гидролизует холестерин на глицерин и жирные кислоты



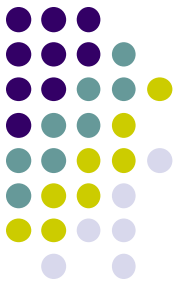
# Ферменты кишечного сока:

## 4) Нуклеазы:

- ❖ ДНКаза
- ❖ РНКаза
- ❖ нуклеотидазы
- ❖ нуклеозидазы

**5) Щелочная фосфатаза** – расщепляет эфиры ортофосфорной кислоты

# Регуляция секреции кишечного сока



**стимулируют**

**блуждающий нерв**

**продукты расщепления  
белков, жиров**

**НСИ**

**секретин**

**холецистокинин**

**ВИП**

**угнетают**

**симпатический нерв**

**соматостатин**



# 1957 г. **А.М. Уголев** – открыл *пристеночное пищеварение*



(происходит в области щёточной каёмки  
микроворсинок кишечника)

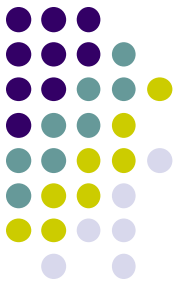


# Особенности пристеночного пищеварения:



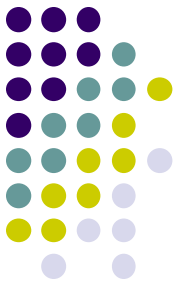
- 1) оптимальная ориентация фермента и его субстрата увеличивает скорость гидролиза, обеспечивается максимальная активность ферментов;
- 2) предотвращает развитие патогенной микрофлоры, всасывание веществ происходит из стерильной зоны;
- 3) пищеварение изолировано от конкурирующей флоры (обитающие в кишечнике условнопатогенные микроорганизмы не могут пройти в промежутки между микроворсинками);
- 4) увеличивается "длительность жизни" ферментов (полостные ферменты удаляются с химусом).

# Моторная деятельность тонкого кишечника обеспечивает:



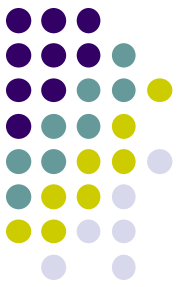
- ❖ перемешивание пищевого содержимого;
- ❖ продвижение химуса по кишке;
- ❖ увеличение внутрикишечного давления.

# По функциональному принципу все сокращения тонкого кишечника делят на две группы:

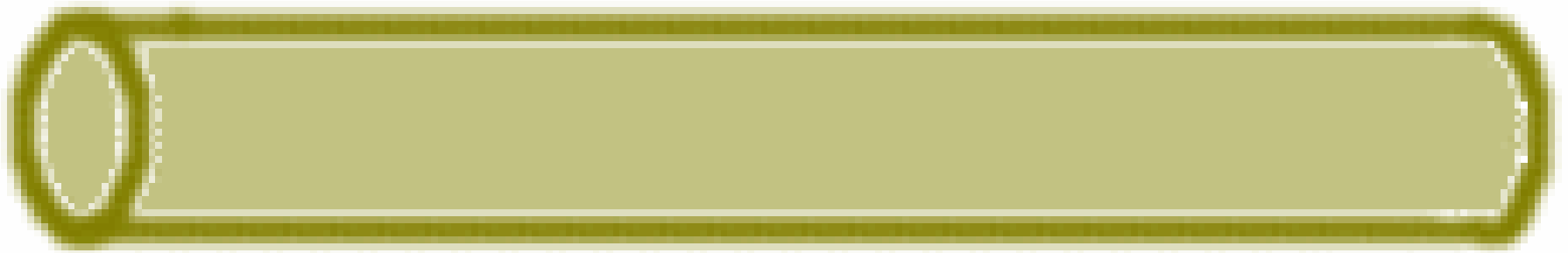


- локальные, они обеспечивают перемешивание и растирание содержимого тонкой кишки;
- направленные на передвижение содержимого кишки.

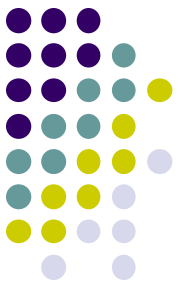
# Виды двигательной активности тонкой кишки (типы сокращений кишечника)



- **Ритмическая сегментация** – обеспечивается сокращениями циркулярного слоя мышц, содержимое кишки при этом делится на части.



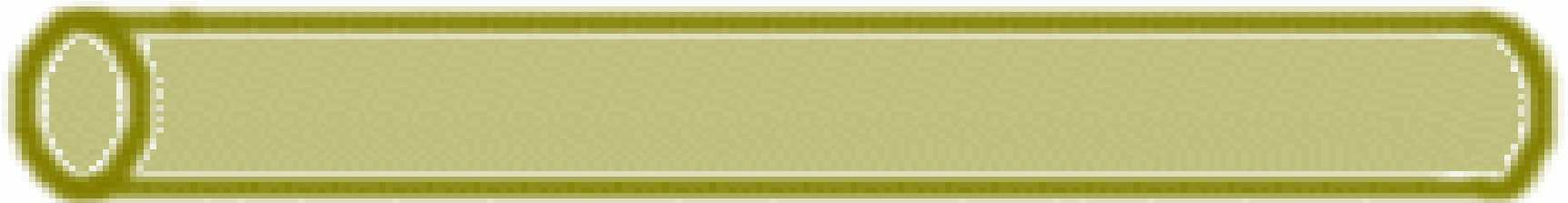




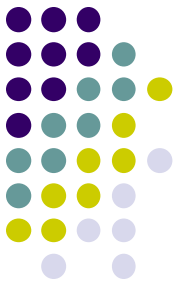
- **Маятникообразные сокращения** – обеспечиваются продольными мышцами. Химус перемещается вперёд-назад, перемешивается и медленно продвигается в направлении толстой кишки.



- **Перистальтические** – организованная последовательность расслаблений и сокращений циркулярных мышц.

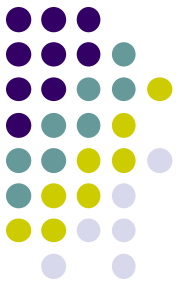


# Виды перистальтики:

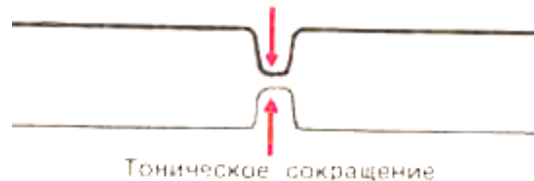


- **Пропульсивная** – осуществляется передвижение химуса на большие расстояния;
- **Непропульсивная** – обеспечивает перемешивание пищи, передвижение на небольшие расстояния.

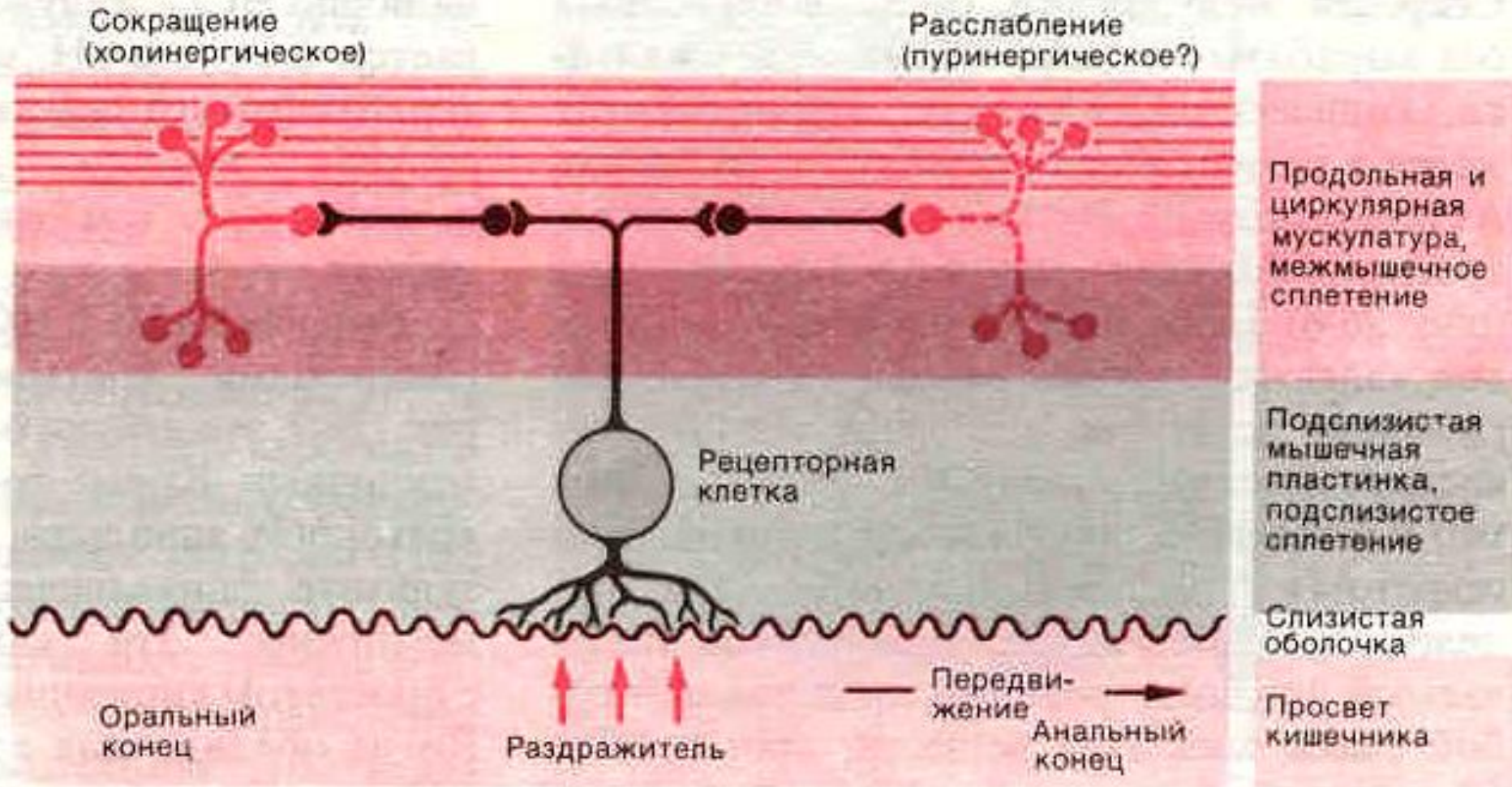
# Виды двигательной активности тонкой кишки (типы сокращений кишечника)



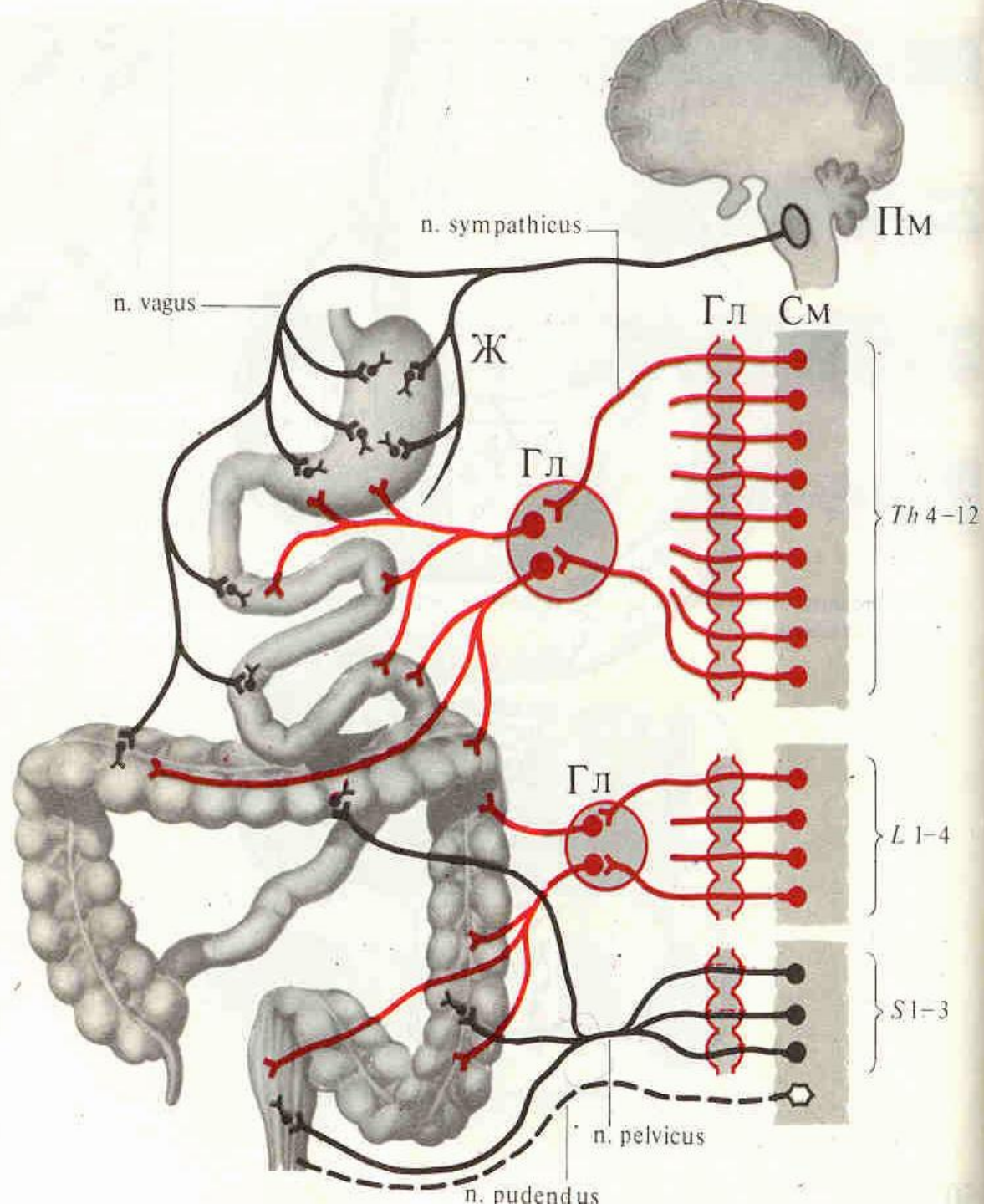
- **Антиперистальтические** – волна сокращений движется в обратном (оральном) направлении (рвота);
- **Тонические** – суживают просвет кишки на большом протяжении. Определяют соответствие её ёмкости объёму содержимого, состояние сфинктеров, создают давление в кишечнике и участвуют в регуляции перемещения содержимого из тонкого кишечника в толстый.



# Схема интрамурального перистальтического рефлекса



# Иннервация органов ЖКТ

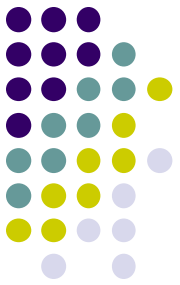


# Важное значение в регуляции моторики тонкого кишечника имеют рефлексы от различных отделов пищеварительного тракта:



- пищеводно-кишечный (возбуждающий),
- желудочно-кишечный (возбуждающий),
- кишечно-кишечный (возбуждающий и тормозной),
- ректоэнтеральный (тормозной).

# Регуляция моторики тонкого кишечника



## **стимулируют**

**парасимпатическая НС**

**грубая пища**  
(овощи, чёрный хлеб)

**серотонин**

**гистамин**

**гастрин**

**холецистокинин**

**окситоцин**

## **угнетают**

**симпатическая НС**

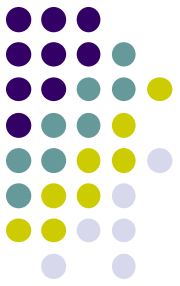
**секретин**  
**вазоактивный пептид**  
**ЖИП**

# ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОЛСТОМ КИШЕЧНИКЕ.





# Сок толстой кишки (в сутки 1-1,5 л, рН = 8,5-9,0)



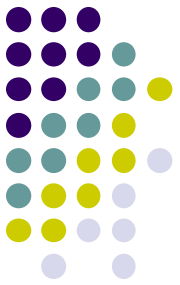
## ***Плотный компонент:***

- слущенные эпителиоциты
- лимфоидные клетки
- СЛИЗЬ

## ***Жидкий компонент:***

- **Ферменты** (в 15-20 раз меньше, чем в тонком киш-ке):
  - пептидазы
  - липазы
  - амилазы
  - нуклеазы
  - щелочная фосфатаза
  - катепсин

# Микрофлора толстого кишечника



90%

**бифидобактерии**  
**бактероиды**

10%

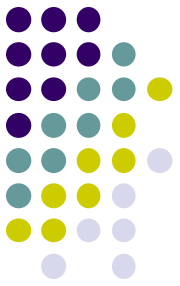
молочнокислые бактерии  
кишечная палочка  
стрептококки  
стафилококки

# Значение микрофлоры кишечника:



- ❖ конечное разложение остатков непереваренной пищи и компонентов пищеварительных секретов;
- ❖ создание иммунного барьера;
- ❖ торможение патогенных микробов, что предупреждает инфицирование макроорганизма;
- ❖ синтез некоторых витаминов К и группы В;
- ❖ синтез ферментов и других физиологически активных веществ;
- ❖ участие в обмене веществ организма;
- ❖ расщеплении волокон клетчатки, пектинов;
- ❖ инактивация энтерокиназы, щелочной фосфатазы, трипсина, амилазы;
- ❖ стимулирует естественный иммунитет;
- ❖ поддерживает равновесие между процессами брожения и гниения.

# Моторика толстой кишки обеспечивает:



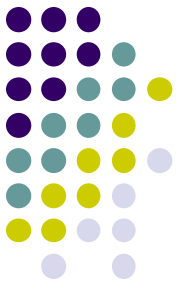
- резервуарную функцию,
- всасывание из кишечного содержимого ряда веществ, в основном воды,
- формирование каловых масс и их удаление из кишечника.

# Типы сокращений толстой кишки:



- **Маятникообразные / гаустральные** – обеспечивают перемешивание химуса
- **Перистальтические** – способствуют продвижению химуса в дистальном направлении
- **Антиперистальтические** – перемещают содержимое кишки в ретроградном направлении, что ускоряет всасывание воды
- **Пропульсивные / масс-сокращения** – обеспечивают продвижение химуса на большие расстояния
- **Тонические** – на них накладываются другие сокращения

# Регуляция моторики толстого кишечника



**стимулируют**

**парасимпатическая НС**

**серотонин**

**глюкокортикоиды**

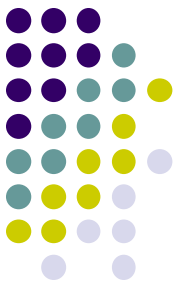
**ацетилхолин**

**угнетают**

**симпатическая НС**

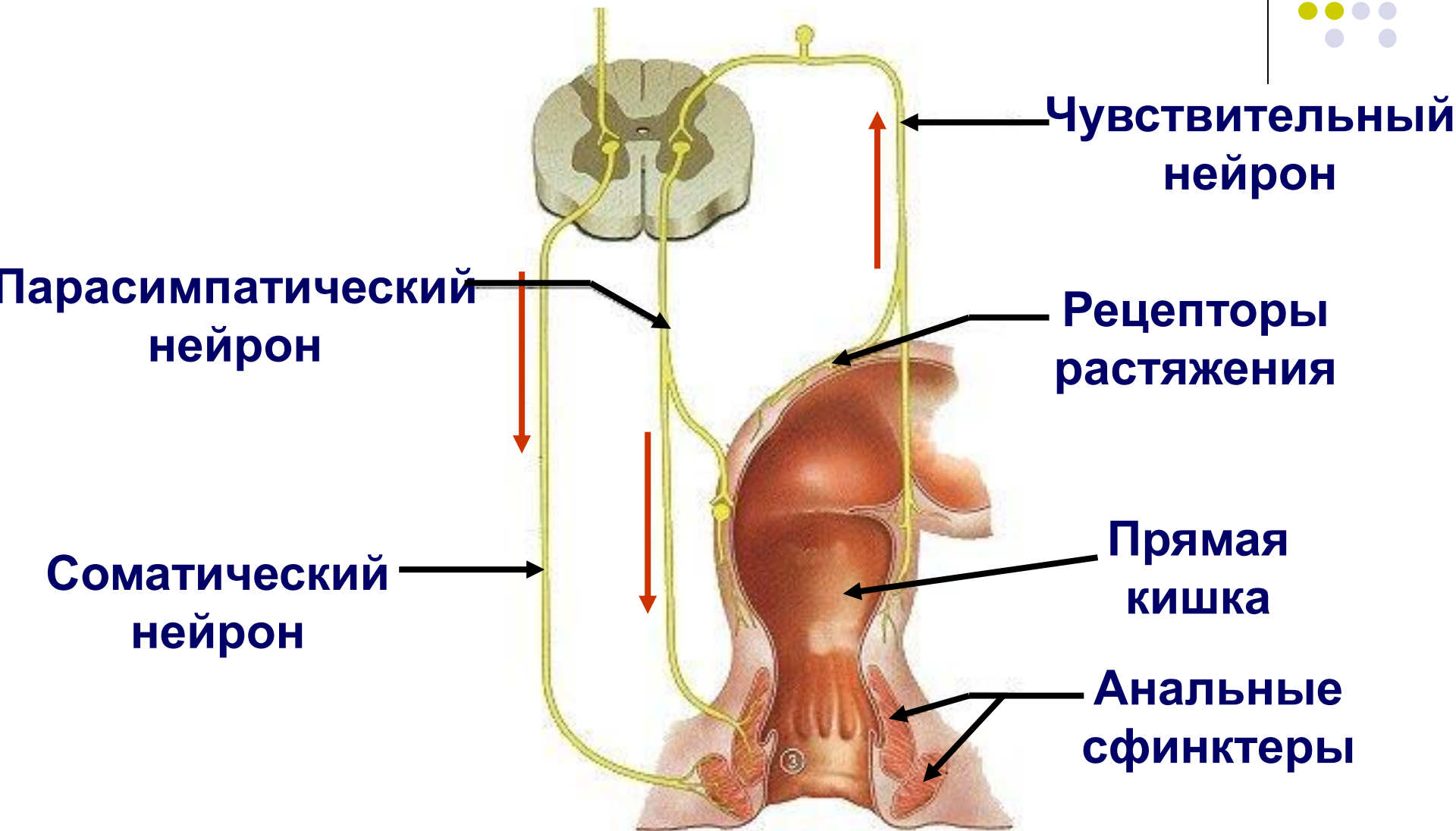
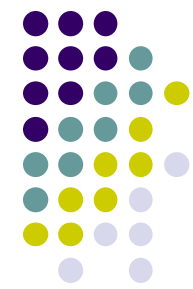
**адреналин**

**глюкагон**



**Дефекация** – опорожнение толстой кишки, которое наступает в результате раздражения рецепторов прямой кишки накопившимися в ней каловыми массами.

# Рефлекс дефекации







*СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !*