

**Гомельский государственный  
медицинский университет  
Кафедра нормальной физиологии**

---

**Физиология пищеварения.  
Пищеварение в кишечнике.**

**Лекция для студентов 2 курса**

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

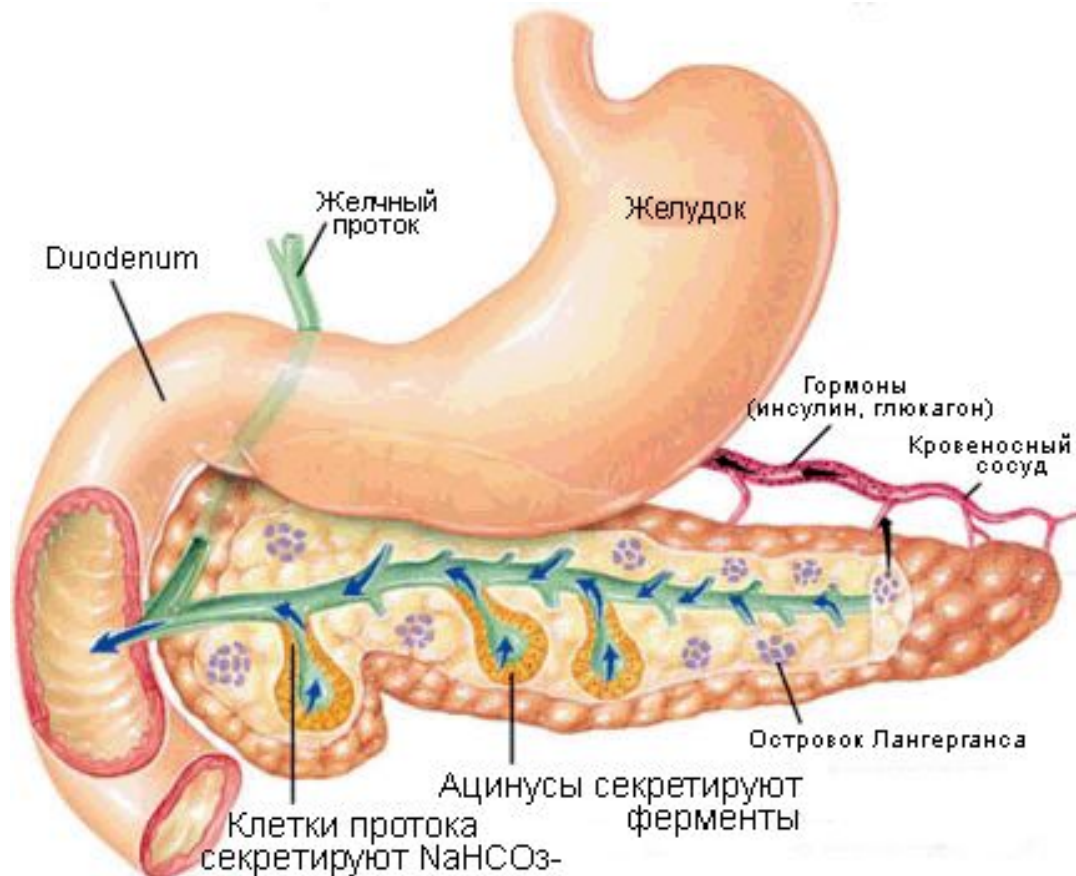




# План лекции:

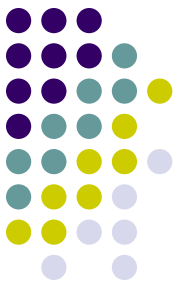
1. Роль поджелудочной железы в пищеварении.
2. Роль печени в пищеварении.  
Состав и функции желчи.
3. Пищеварение в тонком кишечнике.
4. Пищеварение в толстом кишечнике.  
Дефекация.

# 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 \_\_\_\_\_ трипсин

(последующее образование трипсина происходит аутокаталитически)

трипсин

Химотрипсиноген \_\_\_\_\_ химотрипсин

трипсин

Проэластаза \_\_\_\_\_ 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)



- ***Карбогидразы / амилолитические –***  
 **$\alpha$ -амилаза ( рН = 7.1)**
- ***Липолитические:***
- **липаза –** **расщепляет жиры до глицерина и ВКК**  
**трипсин**
- **профосфолипаза А \_\_\_\_\_ фосфолипаза А**  
**(действует на фосфолипиды)**
- **холестеролэстераза –** **расщепляет эфиры холесте-**  
**рола до холестерина и жирной кислоты**



- ***Нуклеолитические:*** рибонуклеаза  
дезоксирибонуклеаза
- ***Щелочная фосфатаза*** – гидролизует моно-  
эфиры ортофосфорной кислоты



# Фазы панкреатической секреции:



1. **Сложнорефлекторная / мозговая** (20% от всей секреции)
2. **Нейрогуморальная / желудочная** (5-10%)
3. **Кишечная** (75-80%)

# Регуляция секреции панкреатического сока



**активаторы**  
**блуждающий нерв**

**секретин**

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

**холецистокинин**

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

**гастрин**

**Ах**

**серотонин**

**НСI**

**бомбезин**

**инсулин**

**ВИП**

**соли желчных кислот**

**продукты гидролиза**

**ингибиторы**  
**симпатический нерв**

**соматостатин**

**кальцитонин**

**кьюкагон**

**ЖИП**

**вазопрессин**

**АКТГ**

**панкреатический**

**полипептид**

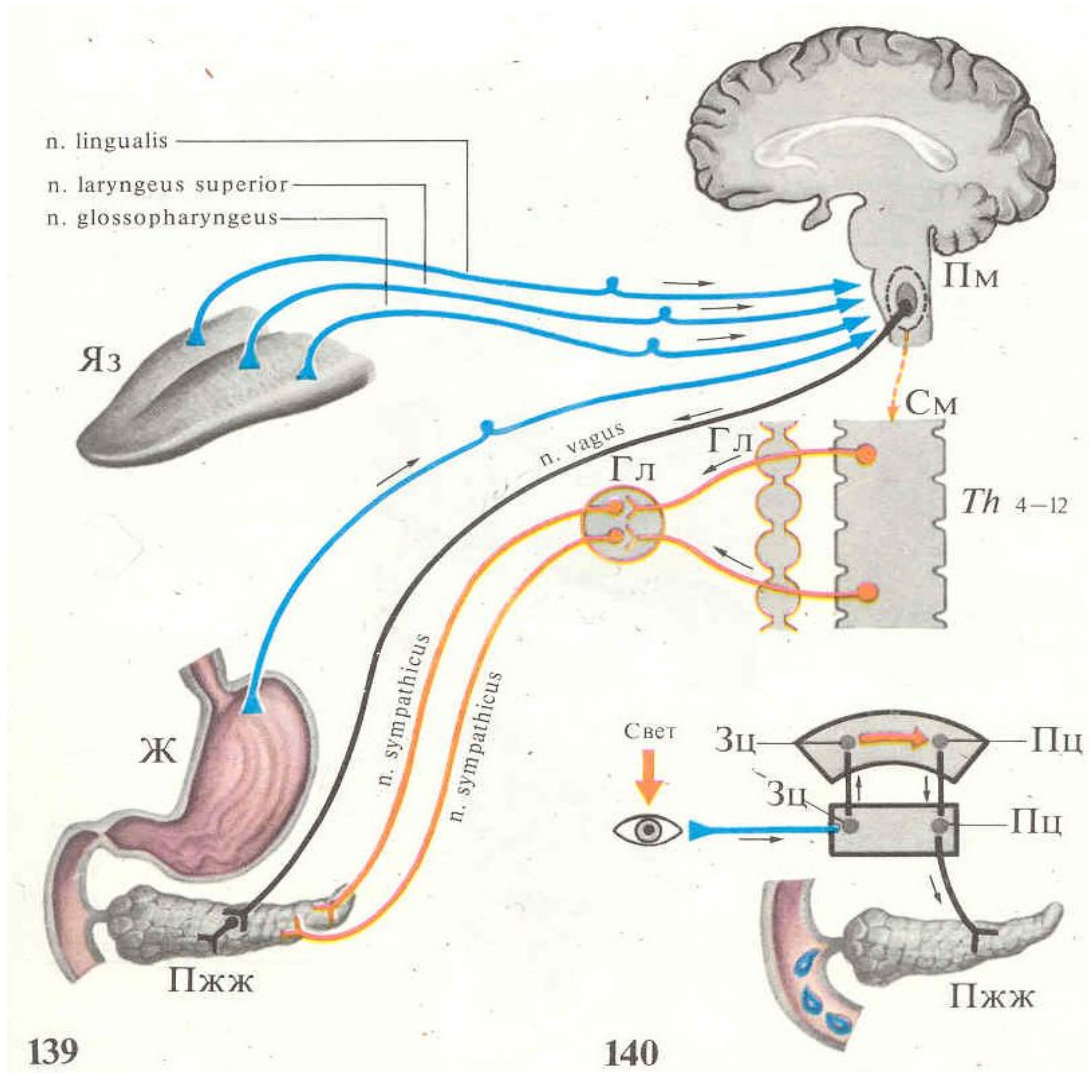
**энкефалины**

**субстанция Р**

**Боль, сон, умствен. /**

**физич. работа**

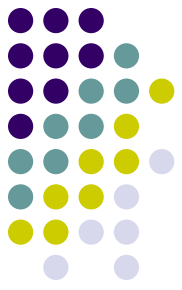
# Регуляция выделения панкреатического сока



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.

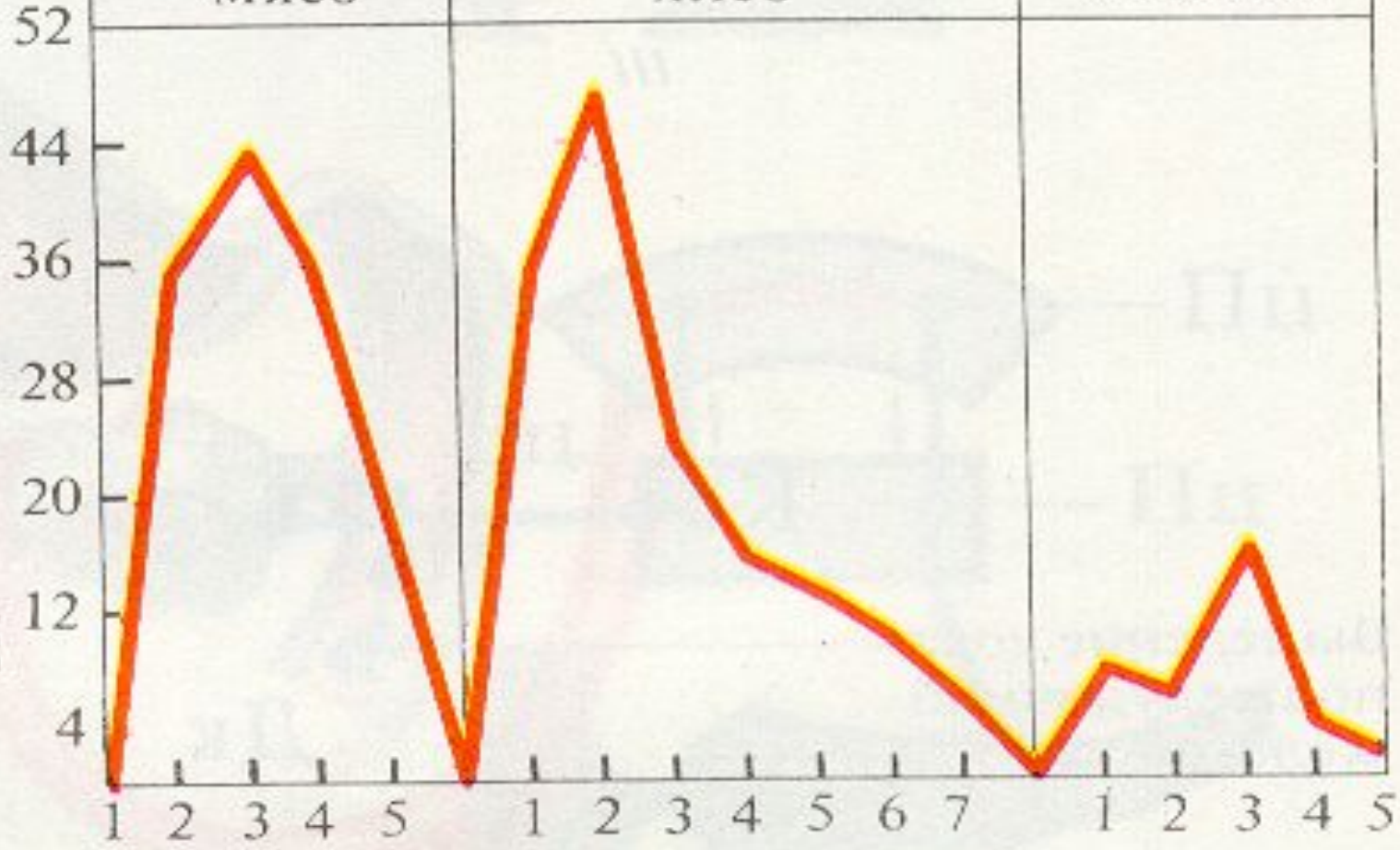
# Отделение сока поджелудочной железы на

мясо

хлеб

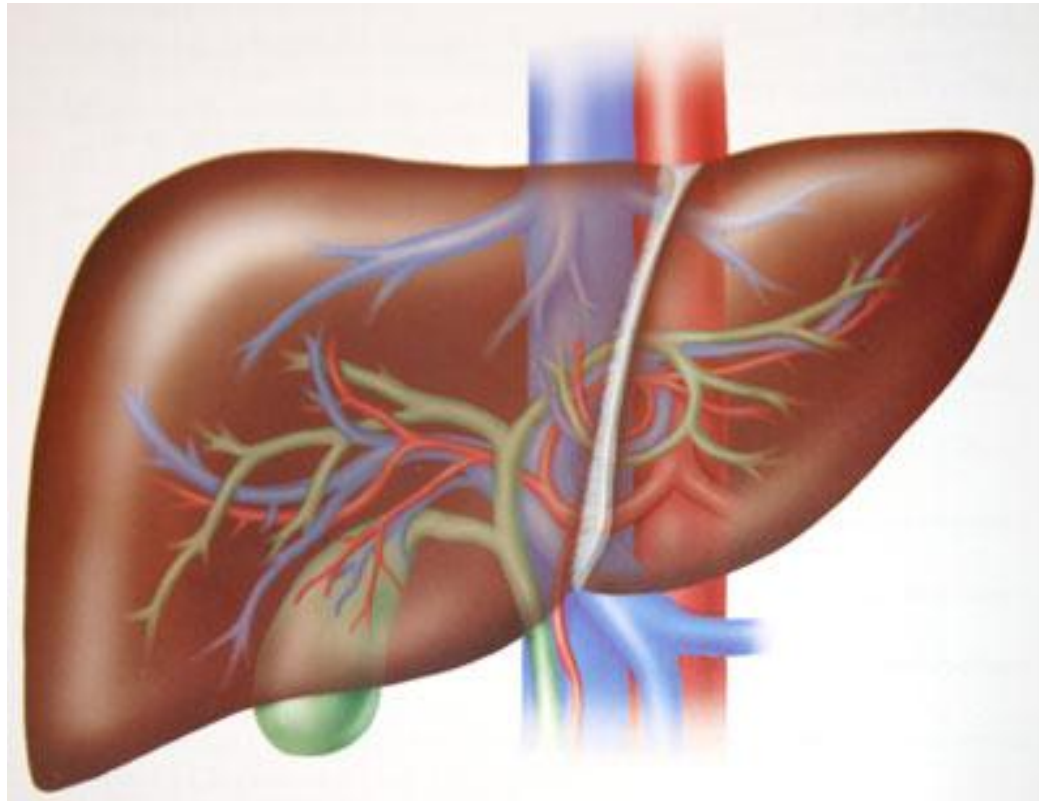
молоко

Количество сока, мл

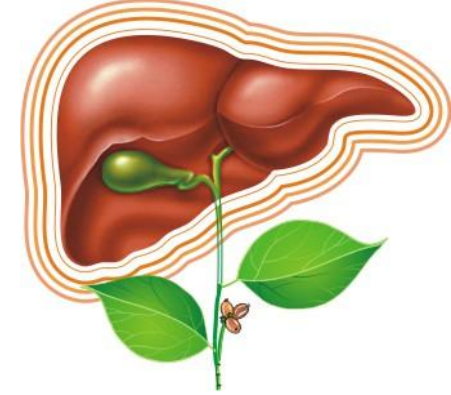


Время после кормления, ч

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



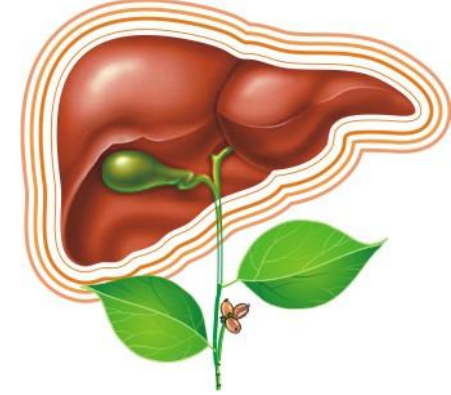
# Непищеварительные функции печени:



- 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, желчных пигментов).





**Желчь** – жидкость золотистого  
цвета, изотоничная плазме крови

( $V = 0,5 - 1,8$  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.

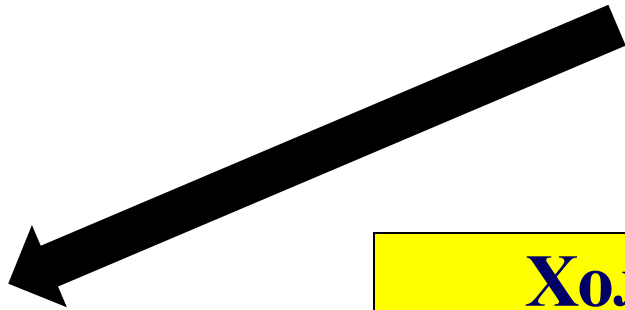
**Органические в-ва:** ферменты (в небольшом кол-  
ве), муцин, холестерин (1,6 – 8,3 ммоль/л),  
витамины А, В, С.

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**

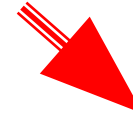


# **Желчные пигменты-** **продукты распада гемоглобина**



**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



## **активаторы**

### **блуждающий нерв**

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

## **ингибиторы**

### **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 пузырьная желчь, а затем печёночная.



# Регуляция холекинеза



## активаторы

### блуждающий нерв

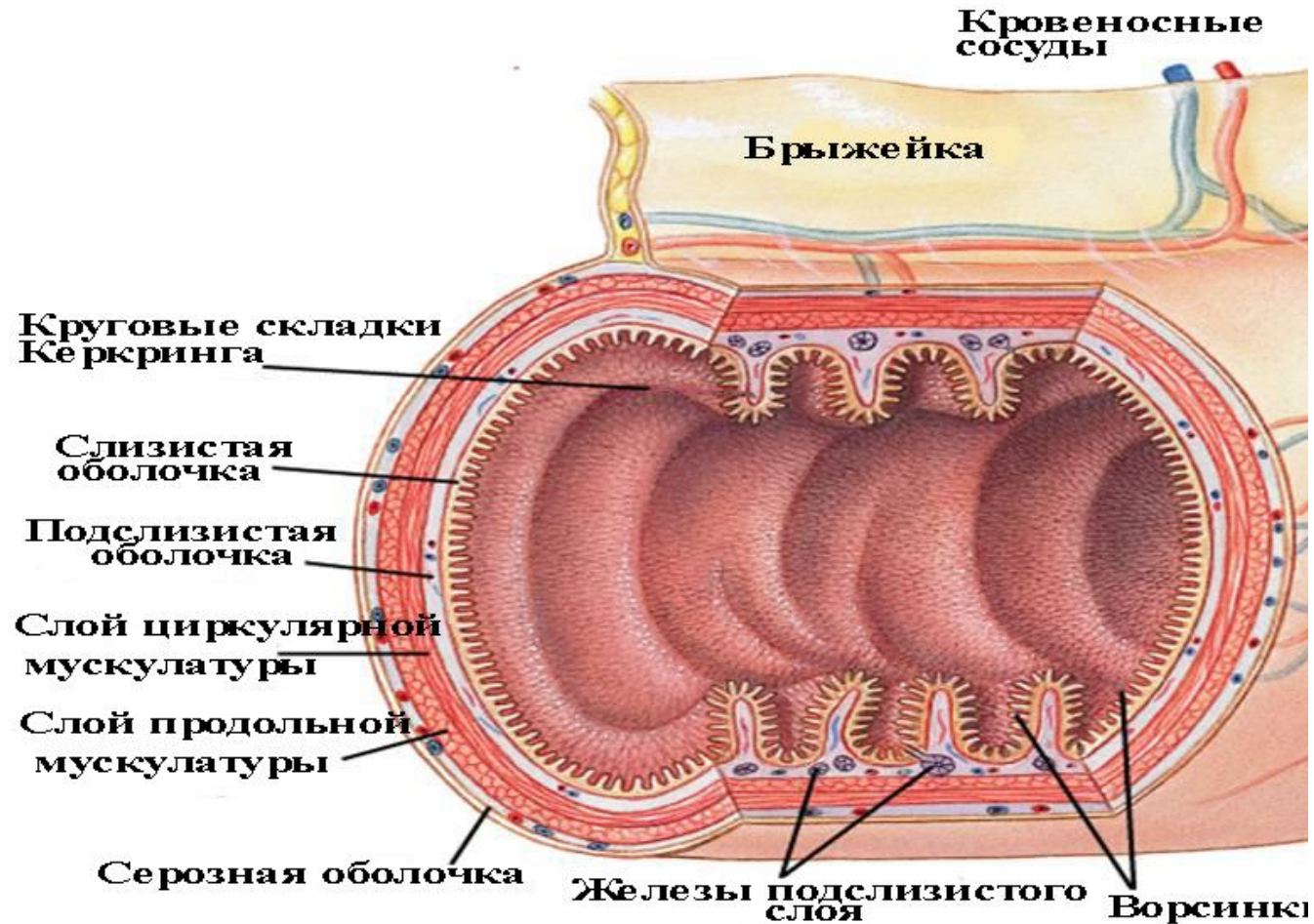
- холецистокинин
- гастрин
- секретин
- бомбезин
- АХ
- гистамин
- пища (яичный желток, мясо, молоко)

## ингибиторы

### симпатический нерв

- глюкагон
- кальцитонин
- vasoинтестинальный пептид

# ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ.



# Кишечные железы

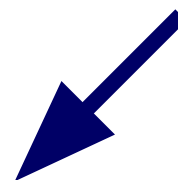


бруннеровы

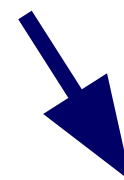


секретируют  
**слизь**, содер.  
муцин и бикарбонаты

либеркюновы



бокаловидные  
секретируют  
**слизь**  
**воду**



энтероциты  
секретируют  
**ферменты**  
**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
- щелочная фосфатаза – расщепляет эфиры ортофосфорной кислоты
- холестерераза – гидролизует холестерин на глицерин и жирные кислоты

# Ферменты кишечного сока:



## 4) Нуклеазы:

- ДНКаза
- РНКаза
- нуклеотидазы
- нуклеозидазы

# Регуляция секреции кишечного сока



## активаторы

**блуждающий нерв**

**продукты расщепления  
белков, жиров**

**НСИ**

**мотилин**

**секретин**

**холецистокинин**

**ВИП**

## ингибиторы

**симпатический нерв**

**соматостатин**





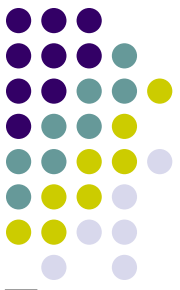
# 1957 г. **А.М. Уголев** – открыл *пристеночное пищеварение*



(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:

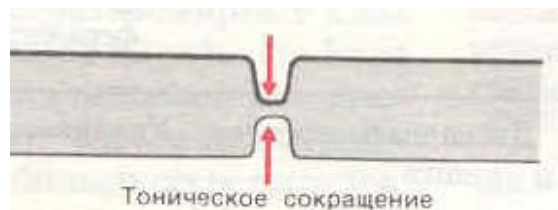


- **Пропульсивная** – осуществляется передвижение химуса на большие расстояния;
- **Непропульсивная** – обеспечивает перемешивание пищи, передвижение на небольшие расстояния.

# Виды двигательной активности тонкой кишки (типы сокращений кишечника)

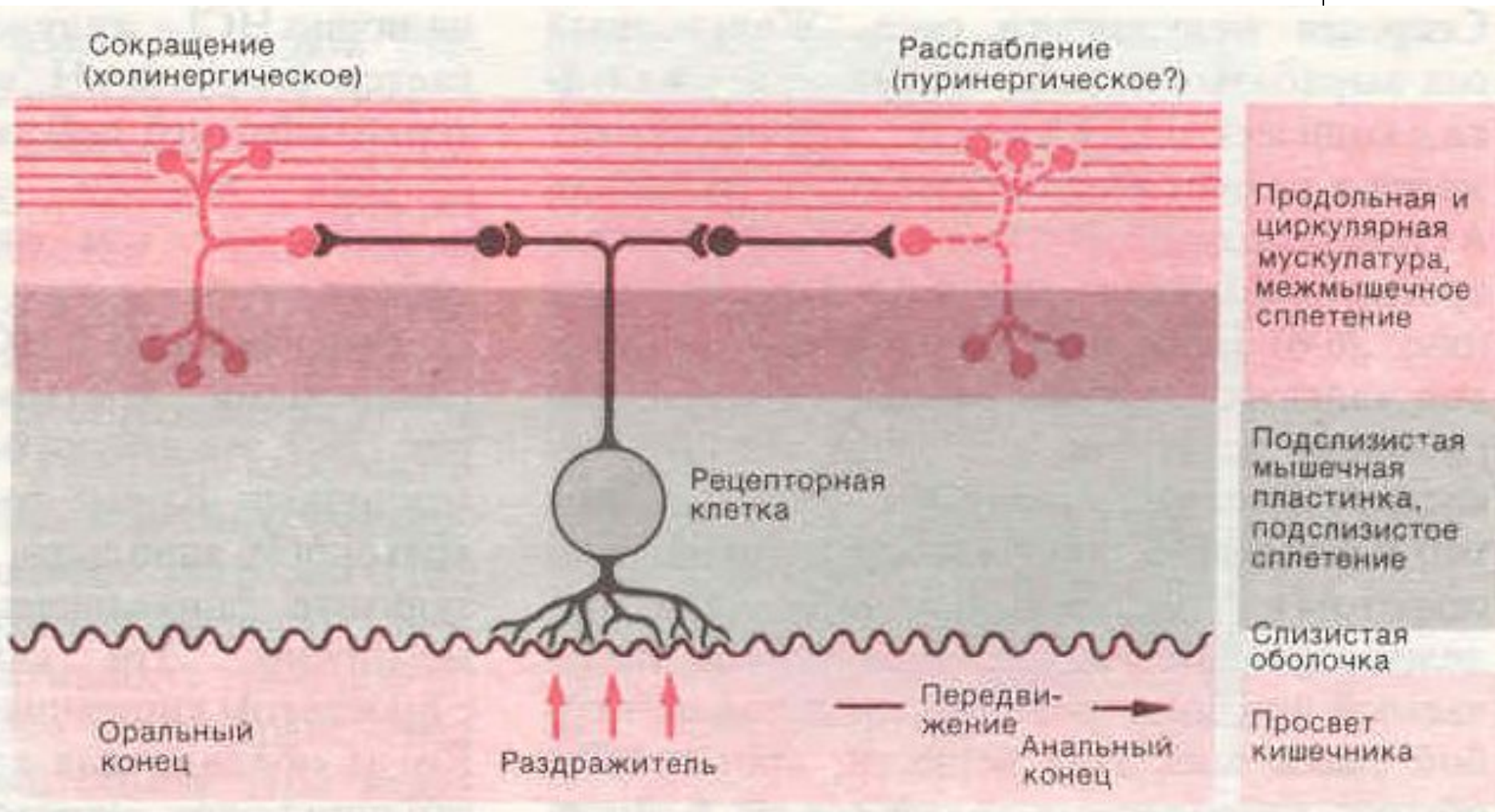
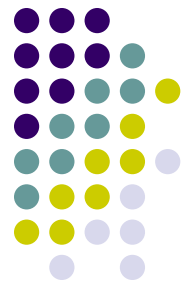


- **Антиперистальтические** – волна сокращений движется в обратном (оральном) направлении (рвота);
- **Тонические** – суживают просвет кишки на большом протяжении. Определяют соответствие её ёмкости объёму содержимого, состояние сфинктеров, создают давление в кишечнике и участвуют в регуляции перемещения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



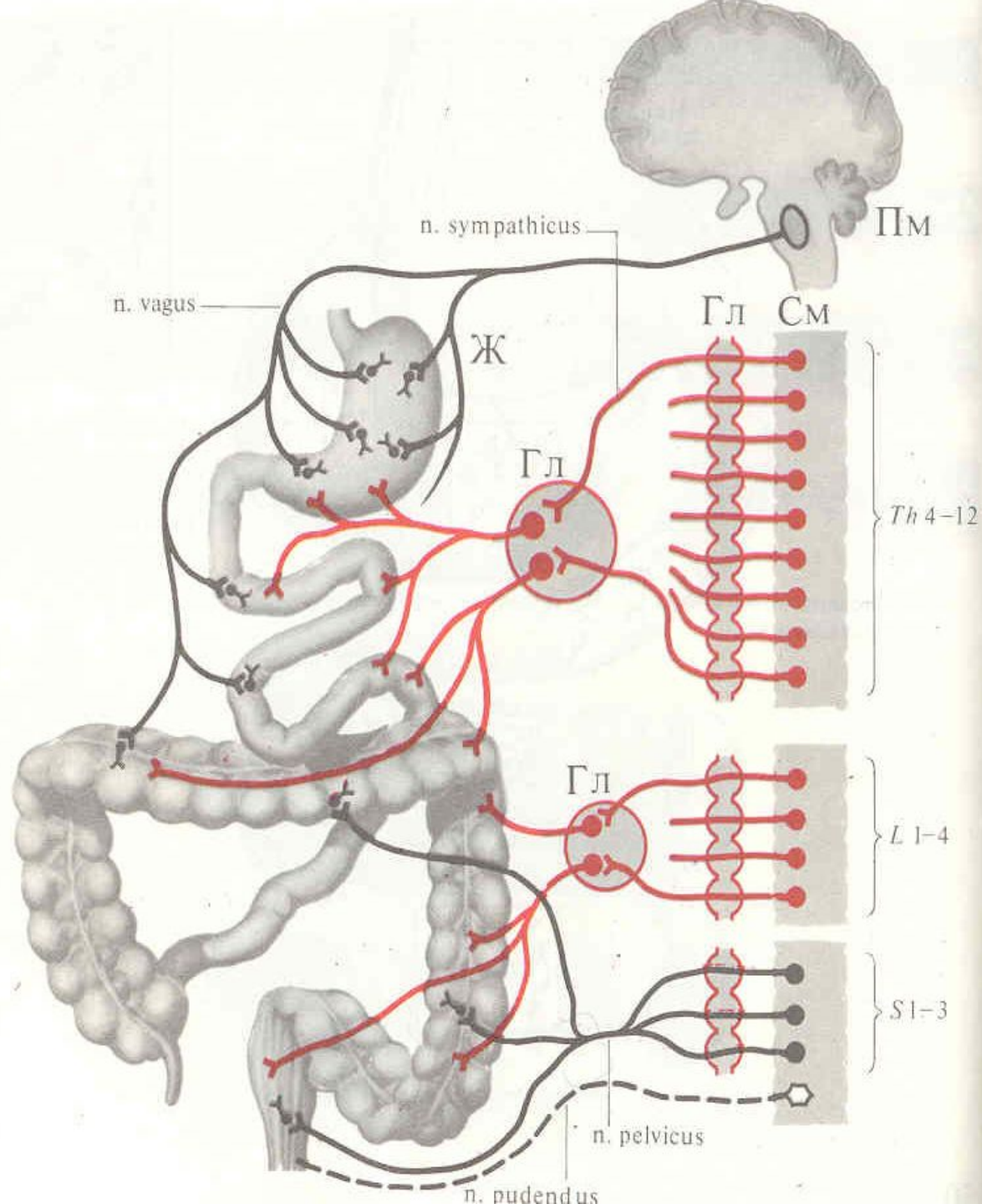


# Схема интрамурального перистальтического рефлекса

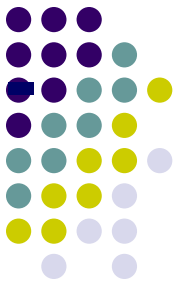


# Иннерв

## 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



## **активаторы**

парасимпатическая НС

грубая пища  
(овощи, чёрный хлеб)

серотонин

гистамин

гастрин

мотилин

холецистокинин

вещество Р

вазопрессин

окситоцин

брадикинин

## **ингибиторы**

симпатическая НС

секретин

вазоактивный пептид

гастроингибирующий пептид



# **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 тонкого кишечника



## **активаторы**

**парасимпатическая НС**

**серотонин**

**глюкокортикоиды**

**ацетилхолин**

## **ингибиторы**

**симпатическая НС**

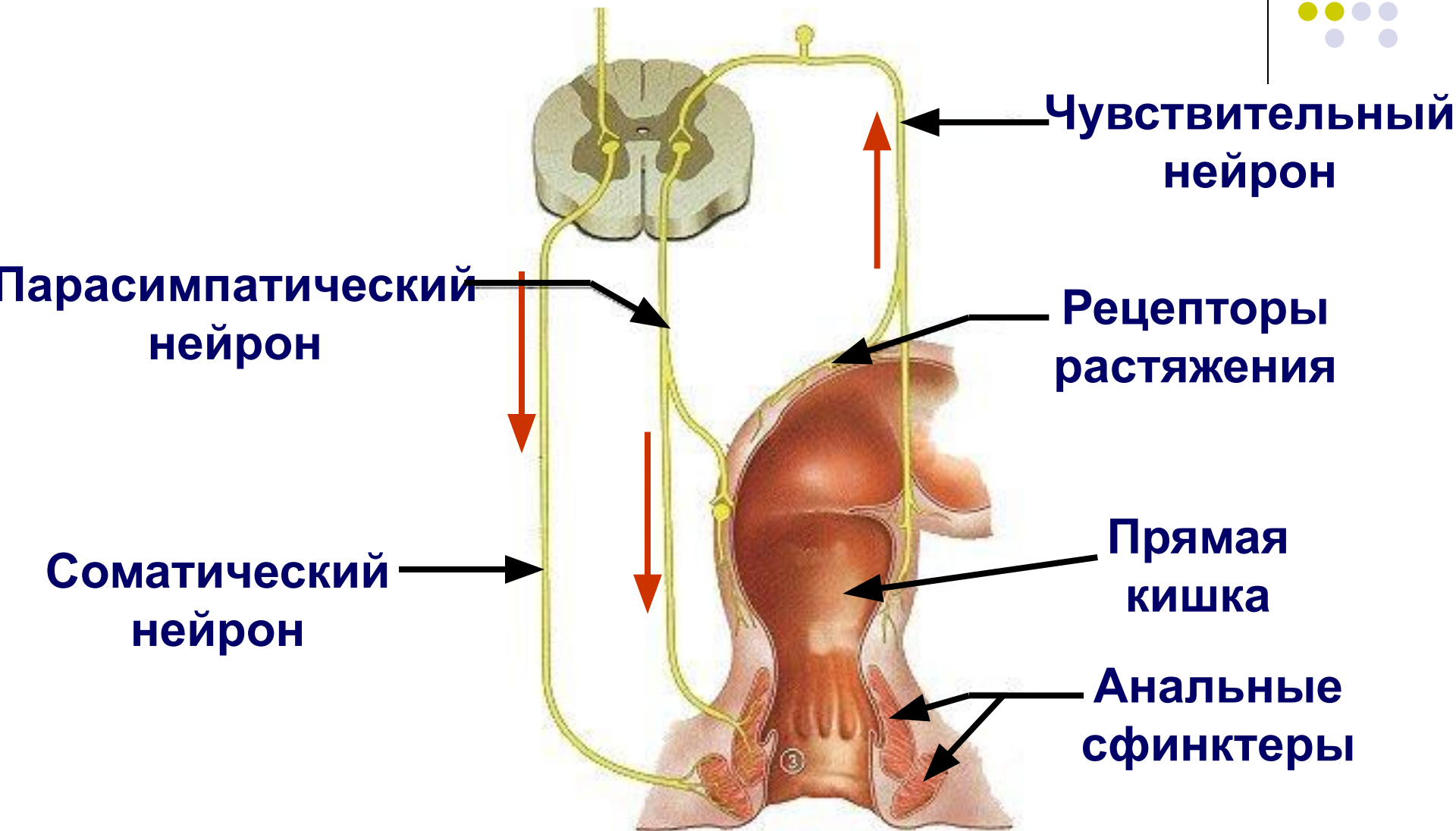
**адреналин**

**глюкагон**



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

# Рефлекс дефекации





*СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !*