

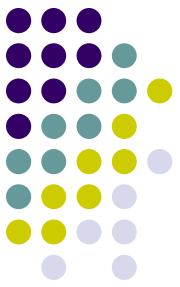
**Гомельский государственный
медицинский университет
Кафедра нормальной физиологии**

**Физиология пищеварения.
Пищеварение в кишечнике.**

Лекция для студентов 2 курса

Ст. преподаватель Медведева Г.А.

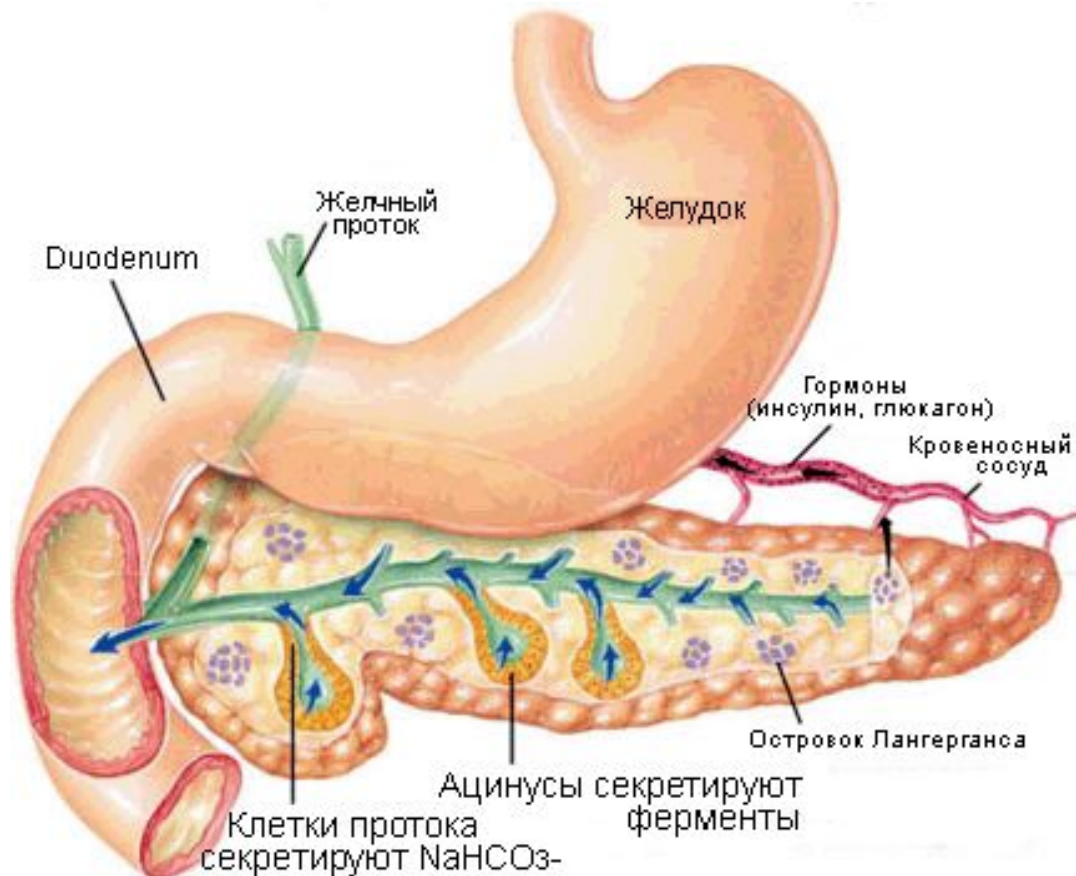
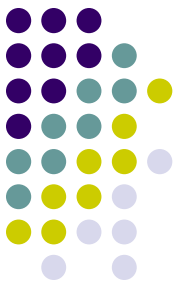




План лекции:

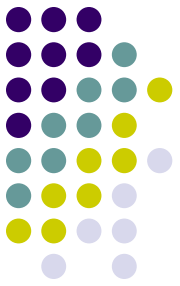
1. Роль поджелудочной железы в пищеварении.
2. Роль печени в пищеварении.
Состав и функции желчи.
3. Пищеварение в тонком кишечнике.
4. Пищеварение в толстом кишечнике.
Дефекация.

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,

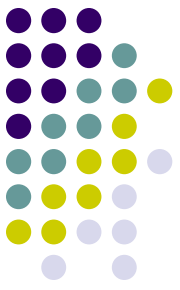
цинк

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

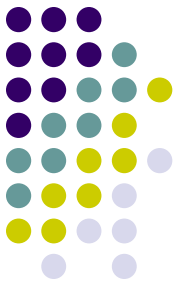
(последующее образование трипсина происходит аутокаталитически)

трипсин

Химотрипсиноген _____ химотрипсин

трипсин

Проэластаза _____ эластаза



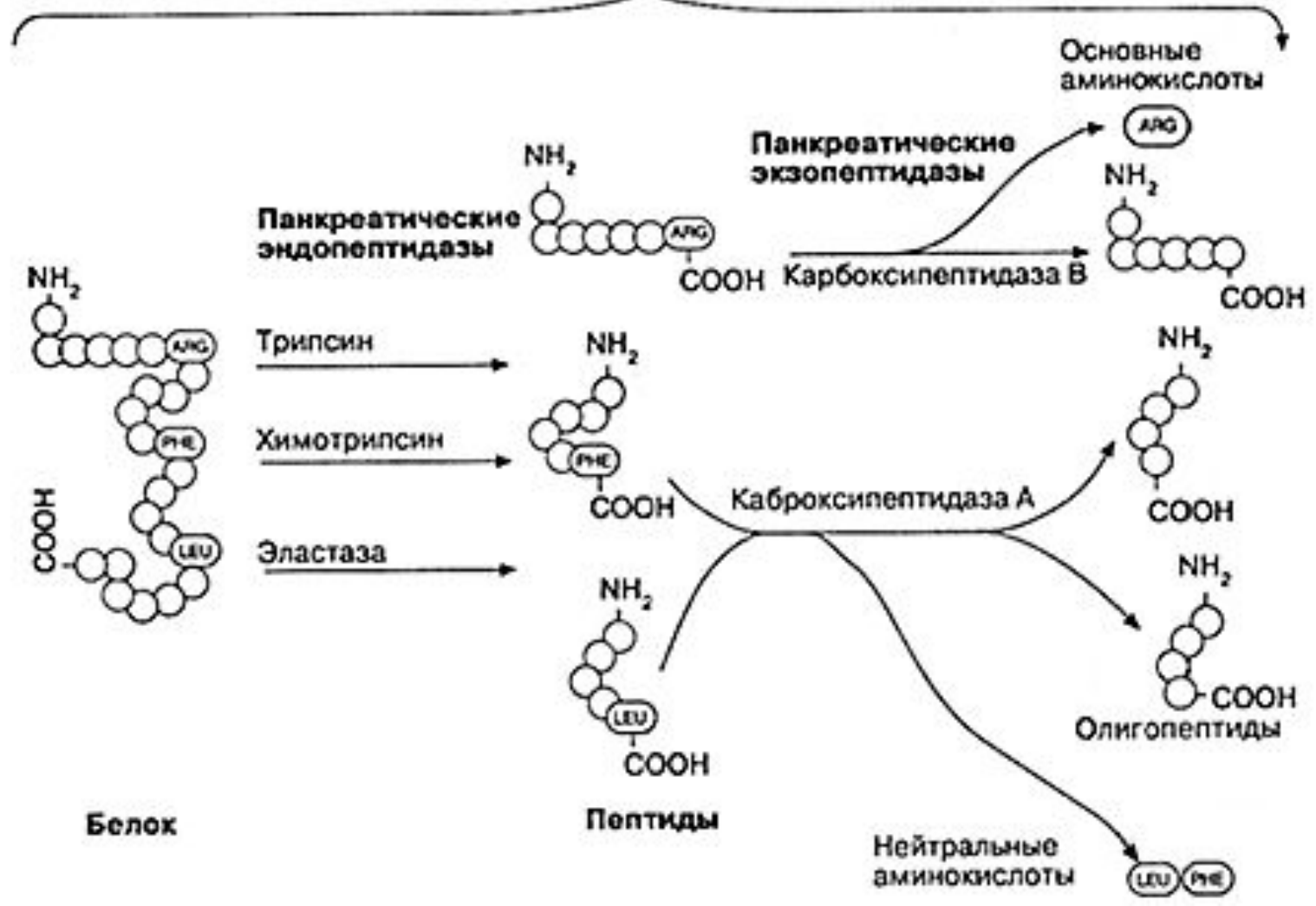
□ **Экзопептидазы** (катализируют расщепление пептидов до аминокислот):

трипсин

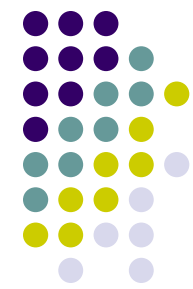
- **Прокарбоксипептидазы А и В** → **карбоксипептидазы А и В**
(катализируют отщепление аминокислот. остатков с карбоксильного конца)
- **Аминопептидаза** – катализирует отщепление аминокислот. остатков с аминного конца



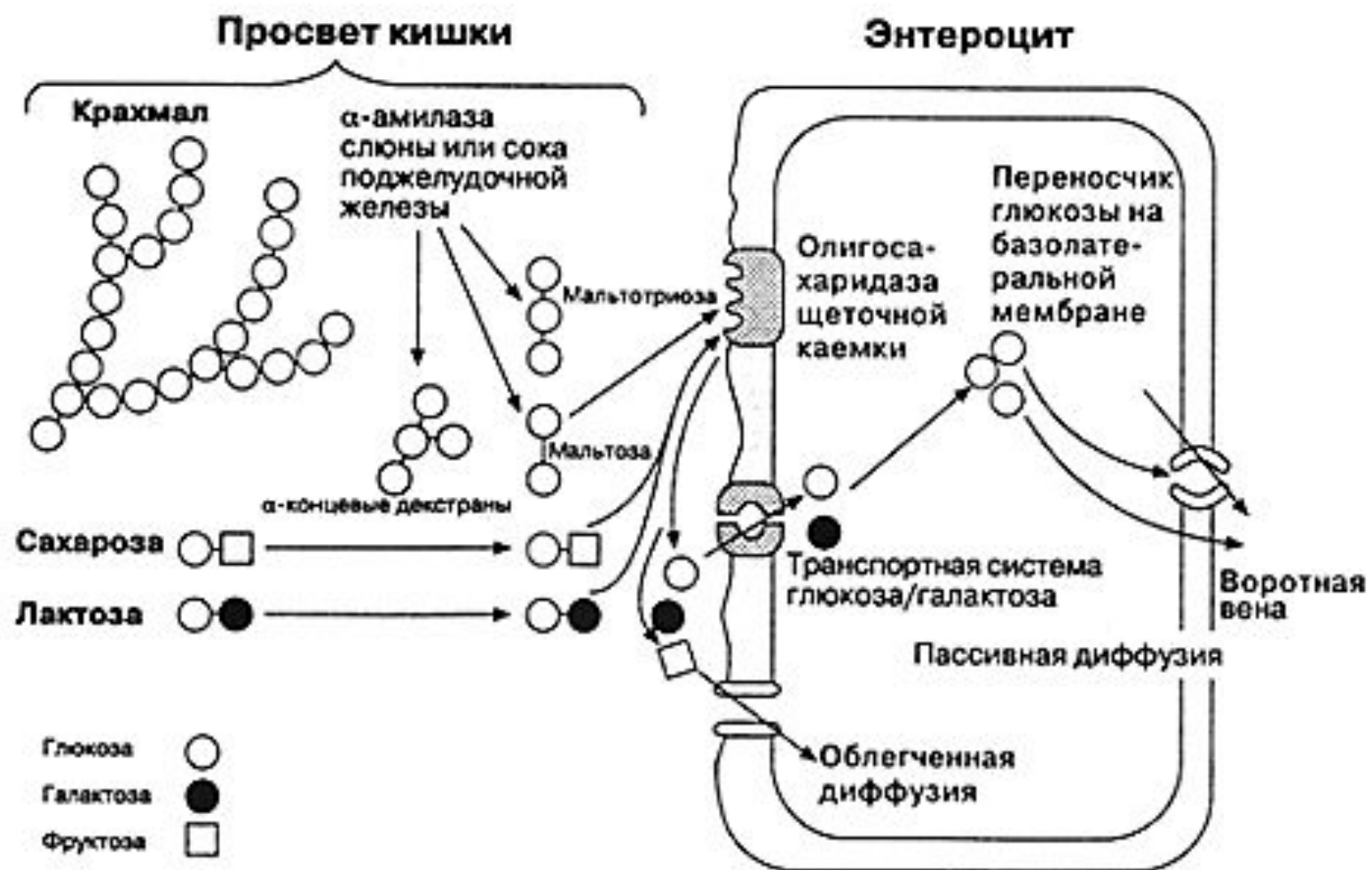
Просвет тонкой кишки



Переваривание белка в просвете кишки панкреатическими протеазами



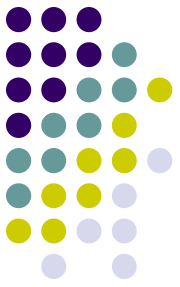
- Карбогидразы / амилаолитические – α-амилаза (pH = 7.1)**



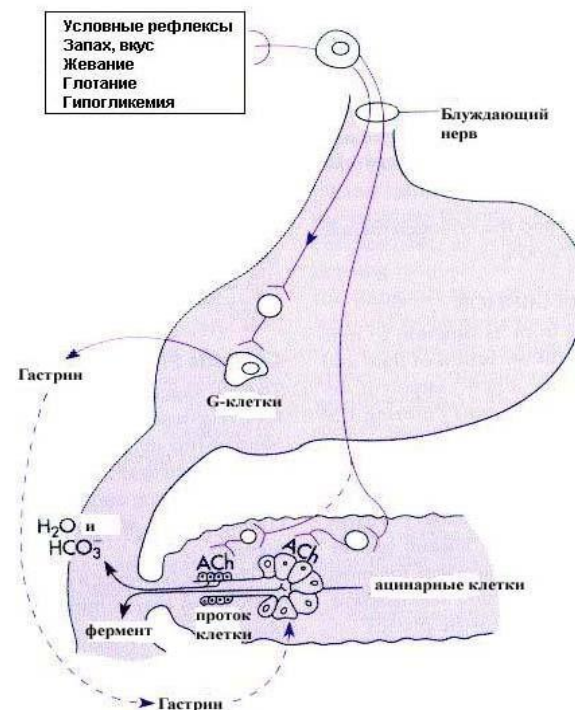


- **Липолитические:**
 - **липаза** – расщепляет жиры до глицерина и ВКК
трипсин
 - **профосфолипаза А** — **фосфолипаза А**
(действует на фосфолипиды)
 - **холестеролэстераза** – расщепляет эфиры холестерина до холестерина и жирной кислоты
- **Нуклеолитические:** **рибонуклеаза**
дезоксирибонуклеаза
- **Щелочная фосфатаза** – гидролизует моноэфиры ортофосфорной кислоты

Фазы панкреатической секреции:



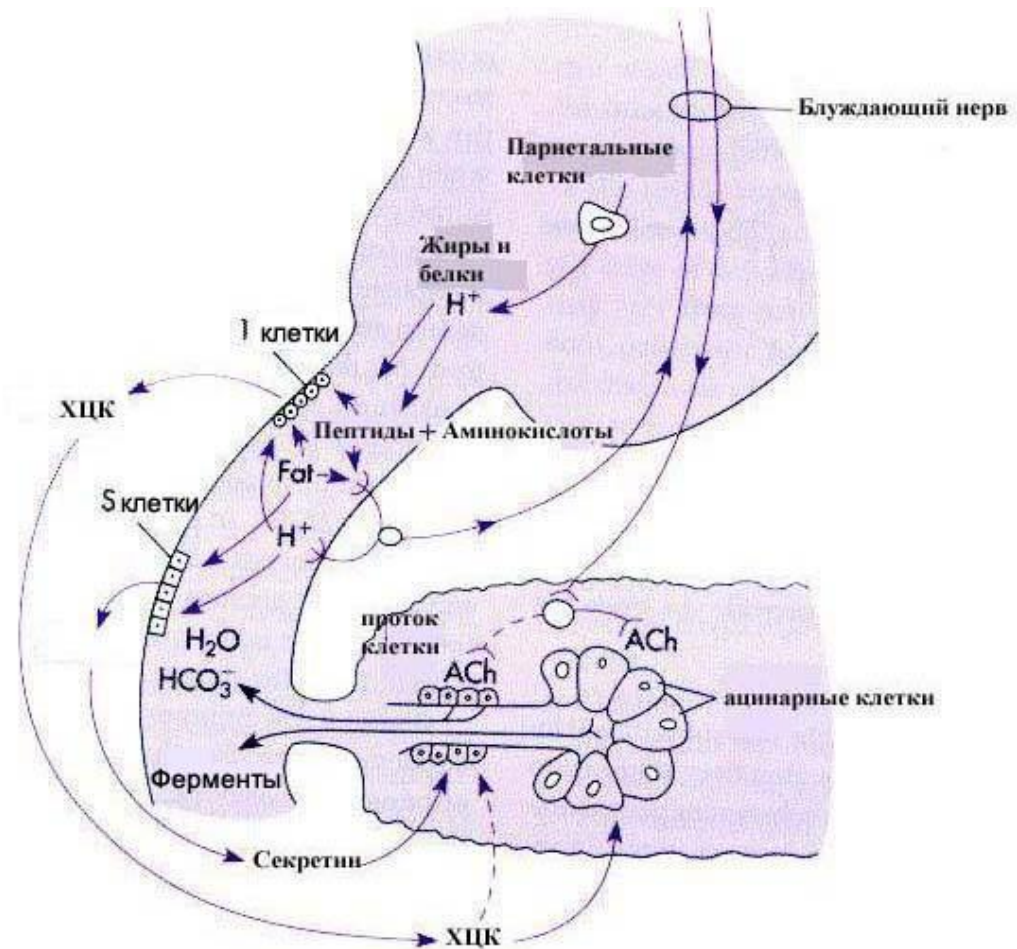
1. **Сложнорефлекторная / мозговая** (20% от всей секреции)
2. **Нейрогуморальная / желудочная** (5-10%)



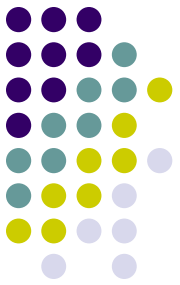
Фазы панкреатической секреции:



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

бомбезин

инсулин

ВИП

соли желчных кислот
продукты гидролиза

угнетают
симпатический нерв

соматостатин

кальцитонин

глюкагон

ЖИП

вазопрессин

АКТГ

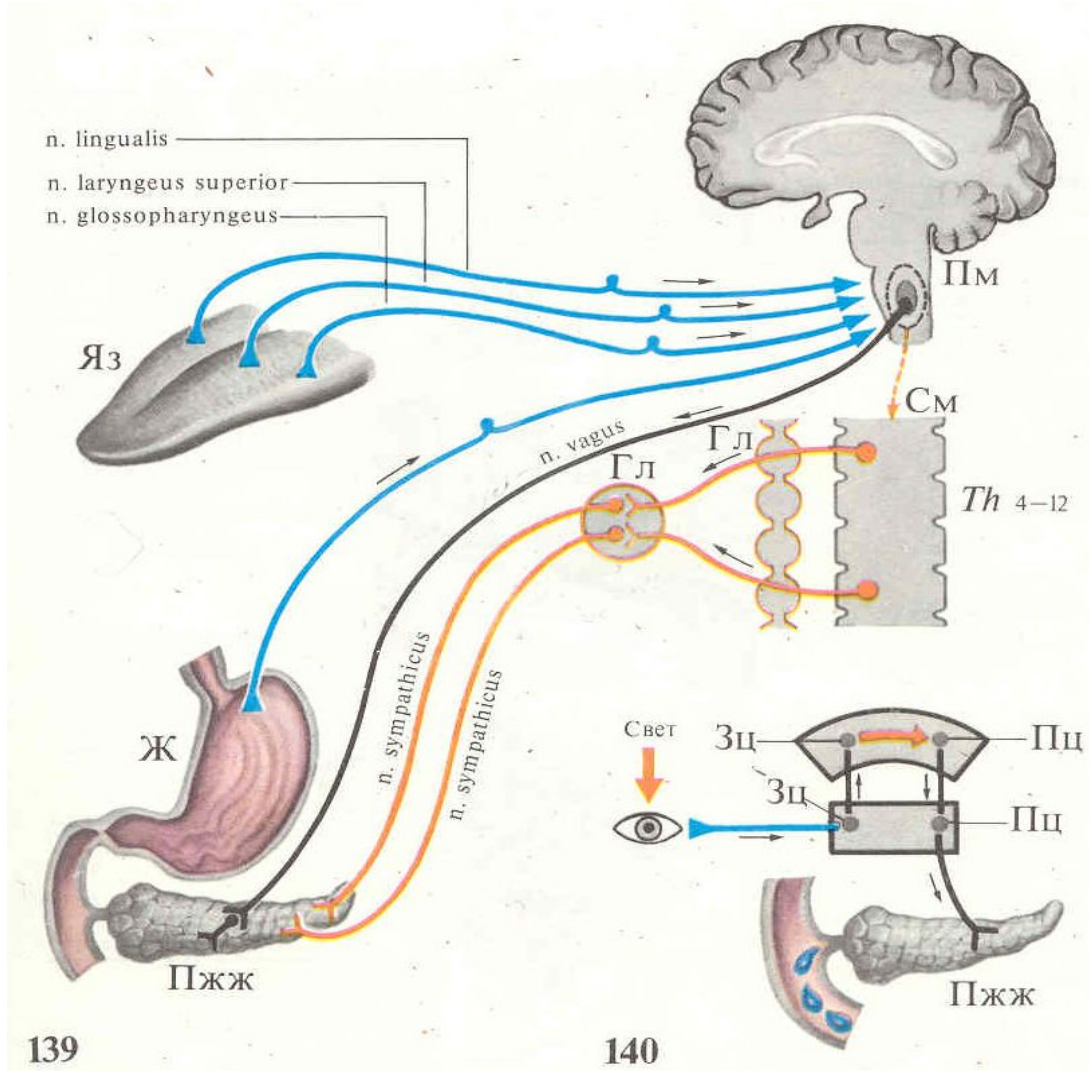
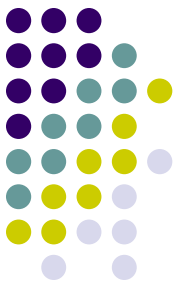
панкреатический
полипептид

энкефалины

субстанция Р

Боль, сон, умствен. /
физич. работа

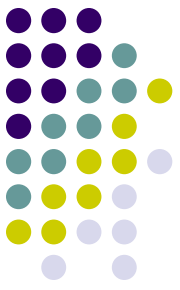
Регуляция выделения панкреатического сока



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.

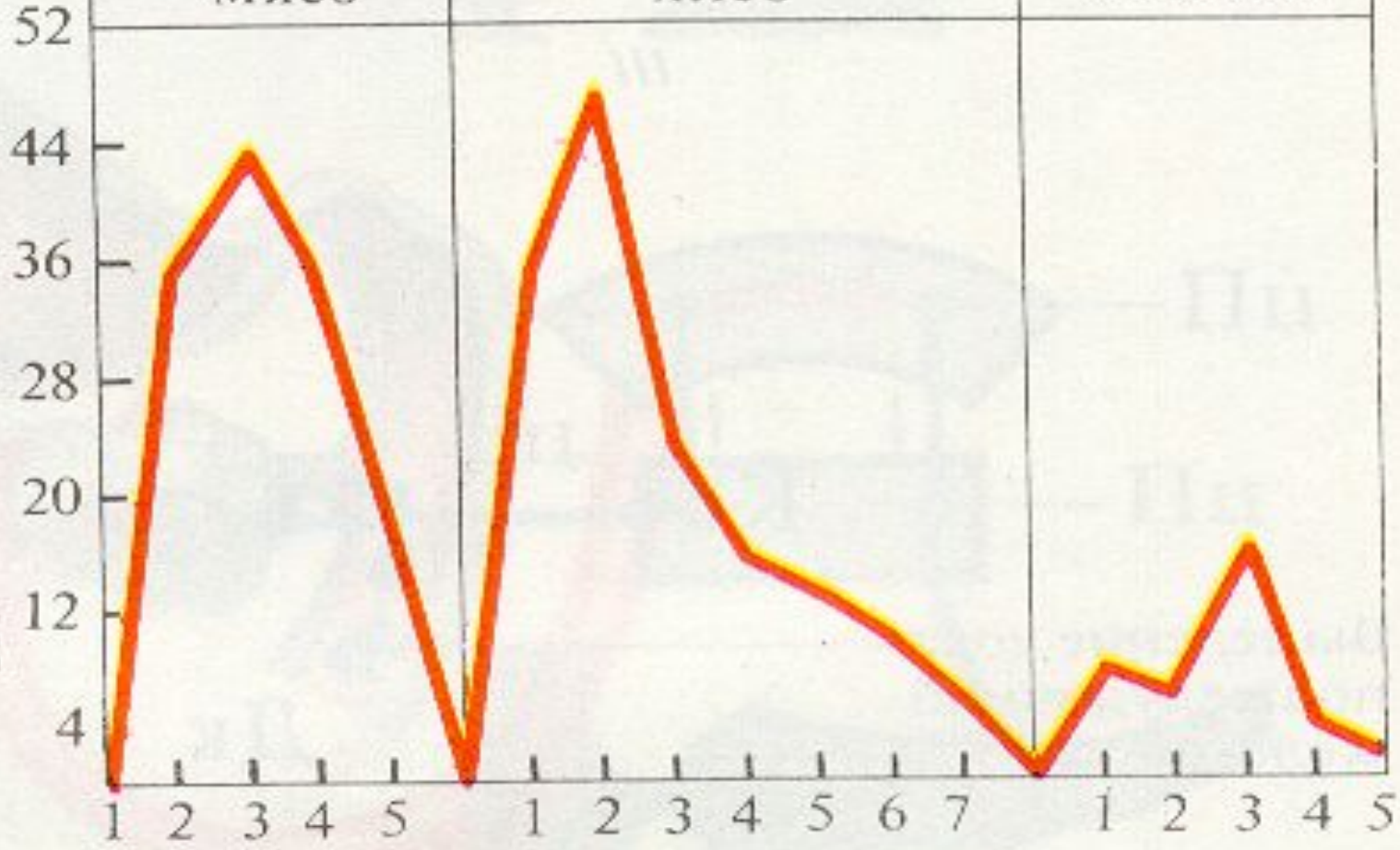
Отделение сока поджелудочной железы на

мясо

хлеб

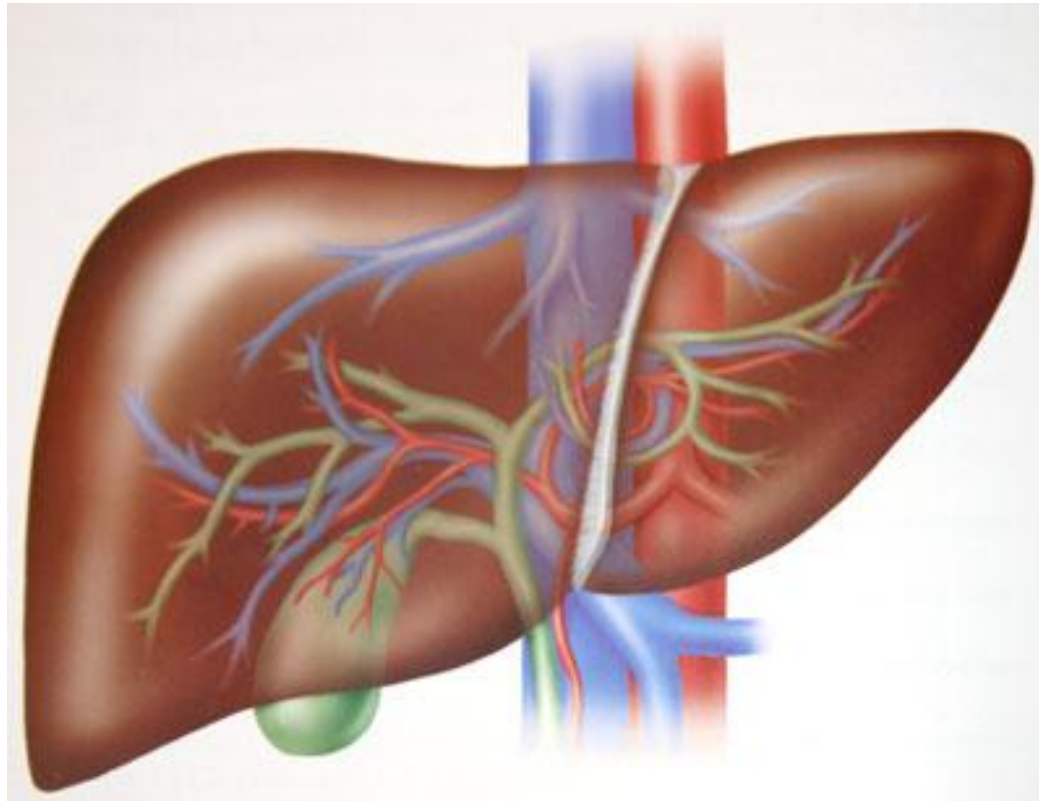
молоко

Количество сока, мл

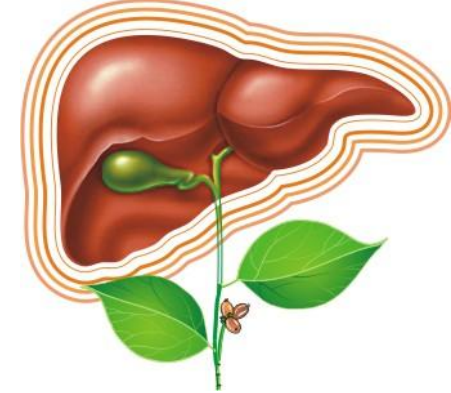


Время после кормления, ч

РОЛЬ ПЕЧЕНИ В ПИЩЕВАРЕНИИ. СОСТАВ ЖЕЛЧИ.

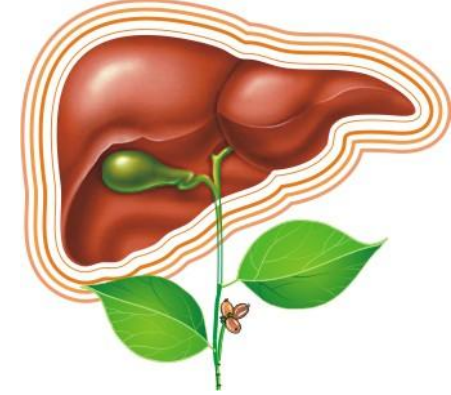


Непищеварительные функции печени:

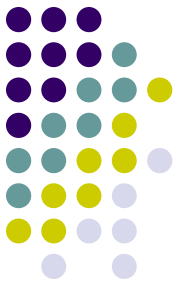


- 1) Детоксикационная
- 2) Регуляция углеводного обмена. Гликогенез.
- 3) Регуляция липидного метаболизма.
- 4) Синтез белков – альбумина, протромбина, фибриногена, транспортных белков плазмы.
- 5) Депонирование белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов.
- 6) Депонирование крови.
- 7) Участие 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 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%

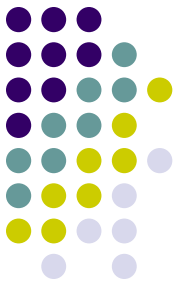
вода – 92%

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

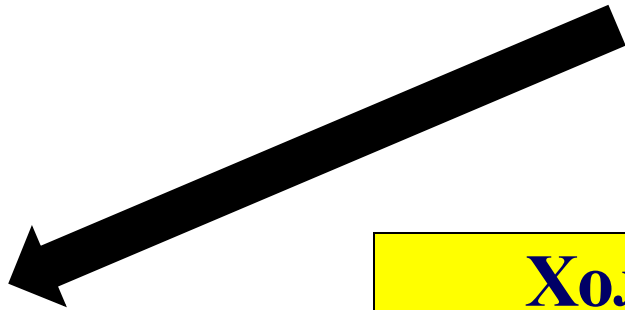
Органические в-ва: ферменты (в небольшом кол-
ве), муцин, холестерин (1,6 – 8,3 ммоль/л),
витамины А, В, С.

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**

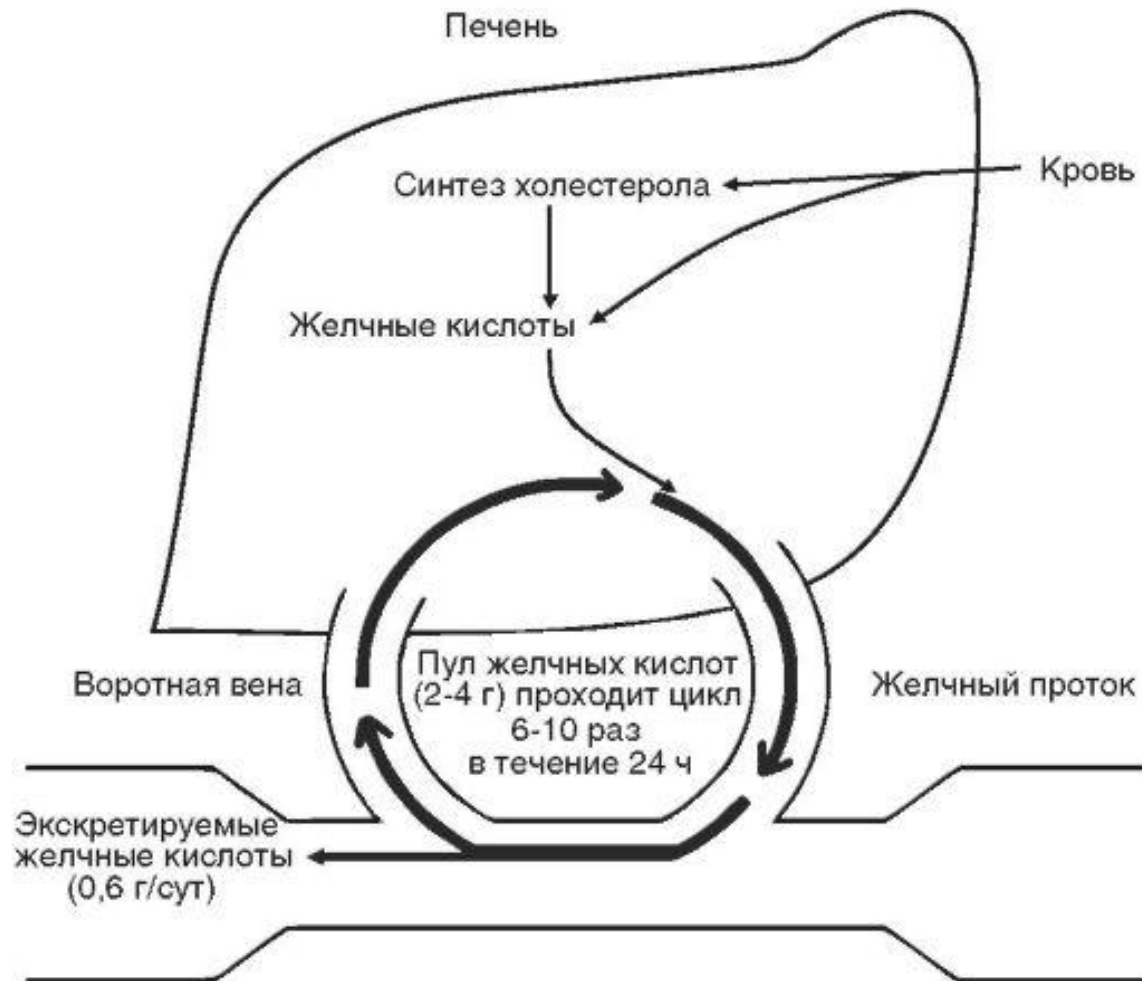
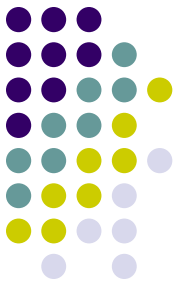


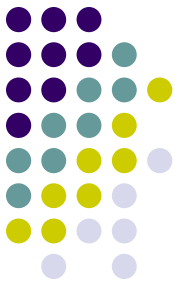
Вторичные

**Дезоксихолевая
кислота**

**Литохолевая
кислота**

Печёночно-кишечная рециркуляция ЖК





Желчные пигменты- **продукты распада гемоглобина**



билирубин

(красно-жёлтого цвета)



биливердин

(зелёного цвета)

Роль желчи в пищеварении:

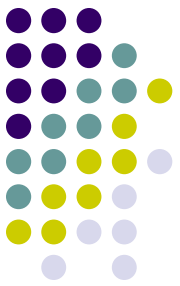


- 1) Способствует оцелачиванию кишечного содержимого в 12-типерстной кишке;
- 2) Обеспечивает эмульгирование жиров и ускорение их гидролиза липазами;
- 3) Растворяет продукты гидролиза жиров, способствует их всасыванию и ресинтезу триглицеридов в энтероцитах;
- 4) Повышает активность панкреатических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

Роль желчи в пищеварении:



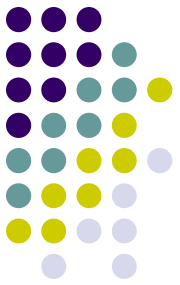
- 6) Стимулирует желчеобразование и желчевыделение;
- 7) Стимулирует моторную и эвакуаторную функции тонкой кишки, пролиферацию эпителия слизистой кишки;
- 8) Обладает бактериостатическим действием;
- 9) Гидролиз и всасывание жиров при участие желчи обеспечивает всасывание жирорастворимых витаминов А, 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

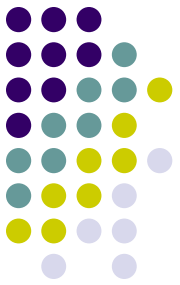
симпатический нерв

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

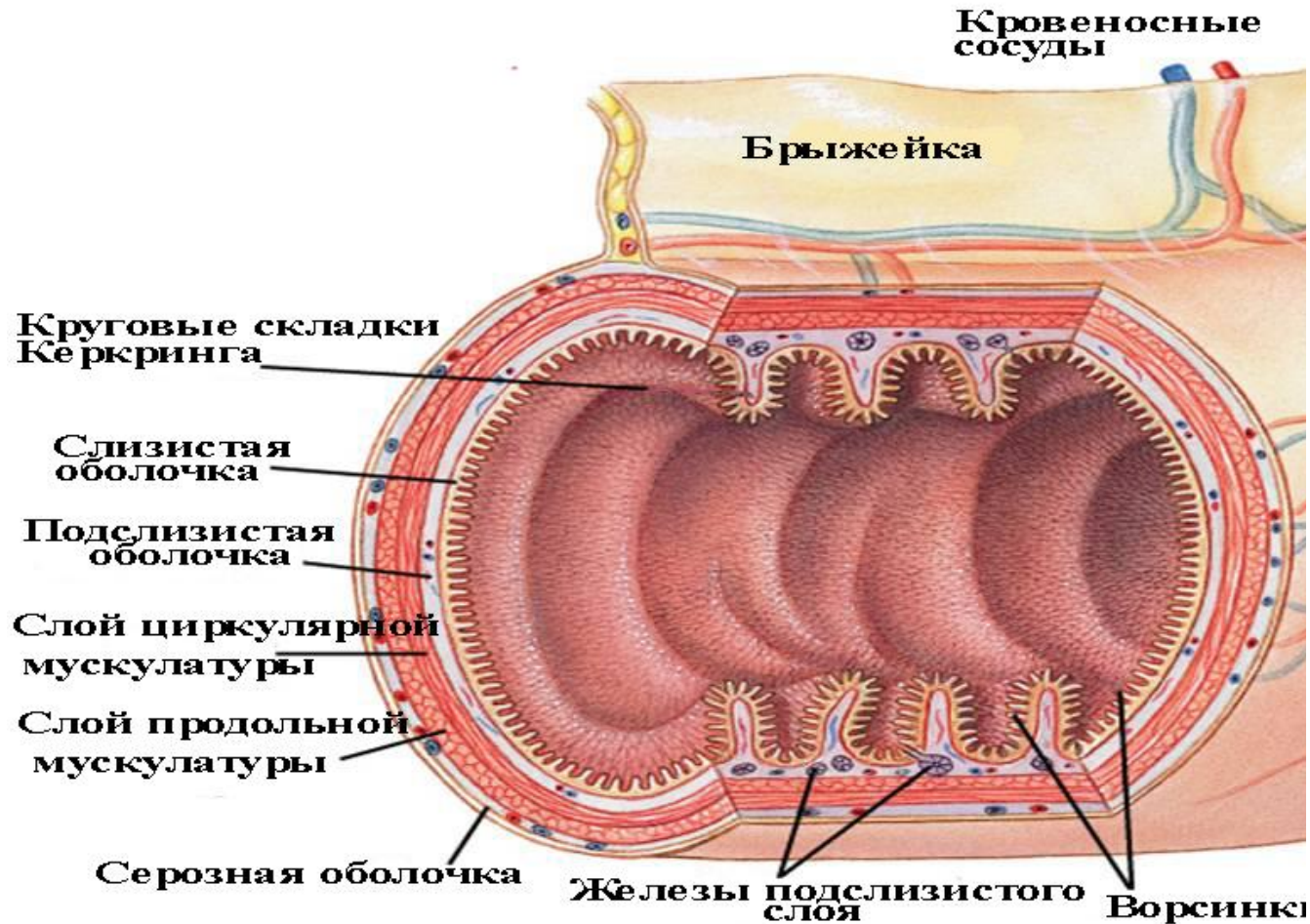
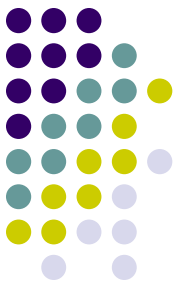
- холецистокинин
- гастрин
- секретин
- бомбезин
- АХ
- гистамин
- пища (яичный желток, мясо, молоко)

угнетают

симпатический нерв

- глюкагон
- кальцитонин
- вазоинтестинальный пептид

ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ.



Кишечные железы

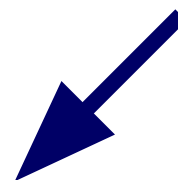


бруннеровы

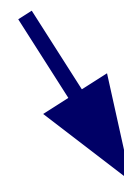


секретируют
слизь, содер.
муцин и бикарбонаты

либеркюновы



бокаловидные
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:



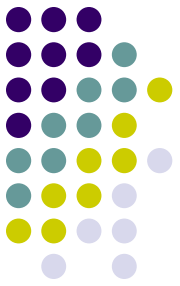
1) Амилолитические:

- ❖ α – 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

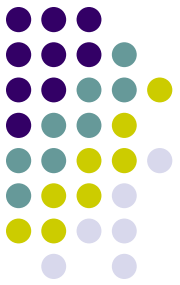
Ферменты кишечного сока:



4) Нуклеазы:

- ◆ ДНКаза
- ◆ РНКаза
- ◆ нуклеотидазы
- ◆ нуклеозидазы

Регуляция секреции кишечного сока



стимулируют

блуждающий нерв

**продукты расщепления
белков, жиров**

НСI

мотилин

секретин

холецистокинин

ВИП

угнетают

симпатический нерв

соматостатин



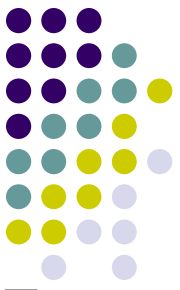
1957 г. **А.М. Уголев** – открыл *пристеночное пищеварение*



(происходит в области щёточной каёмки
микроворсинок кишечника)

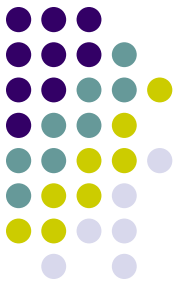


Особенности пристеночного пищеварения:



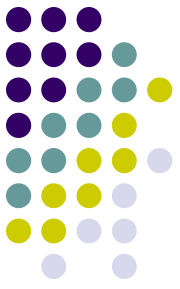
- 1) оптимальная ориентация фермента и его субстрата увеличивает скорость гидролиза, обеспечивается максимальная активность ферментов;**
- 2) предотвращает развитие патогенной микрофлоры, всасывание веществ происходит из стерильной зоны;**
- 3) пищеварение изолировано от конкурирующей флоры (обитающие 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:



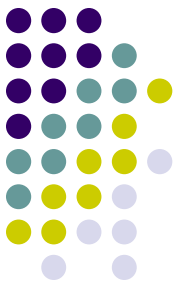
- ❖ перемешивание пищевого содержимого;
- ❖ продвижение химуса по кишке;
- ❖ увеличение внутрикишечного давления.

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.

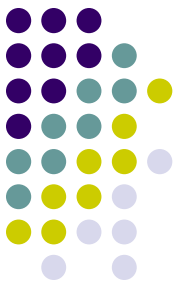


Виды перистальтики:



- **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.

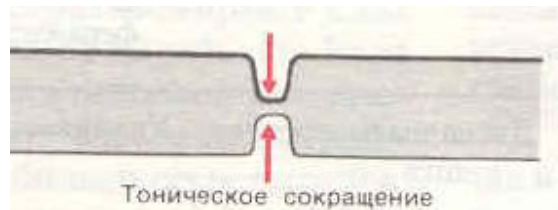
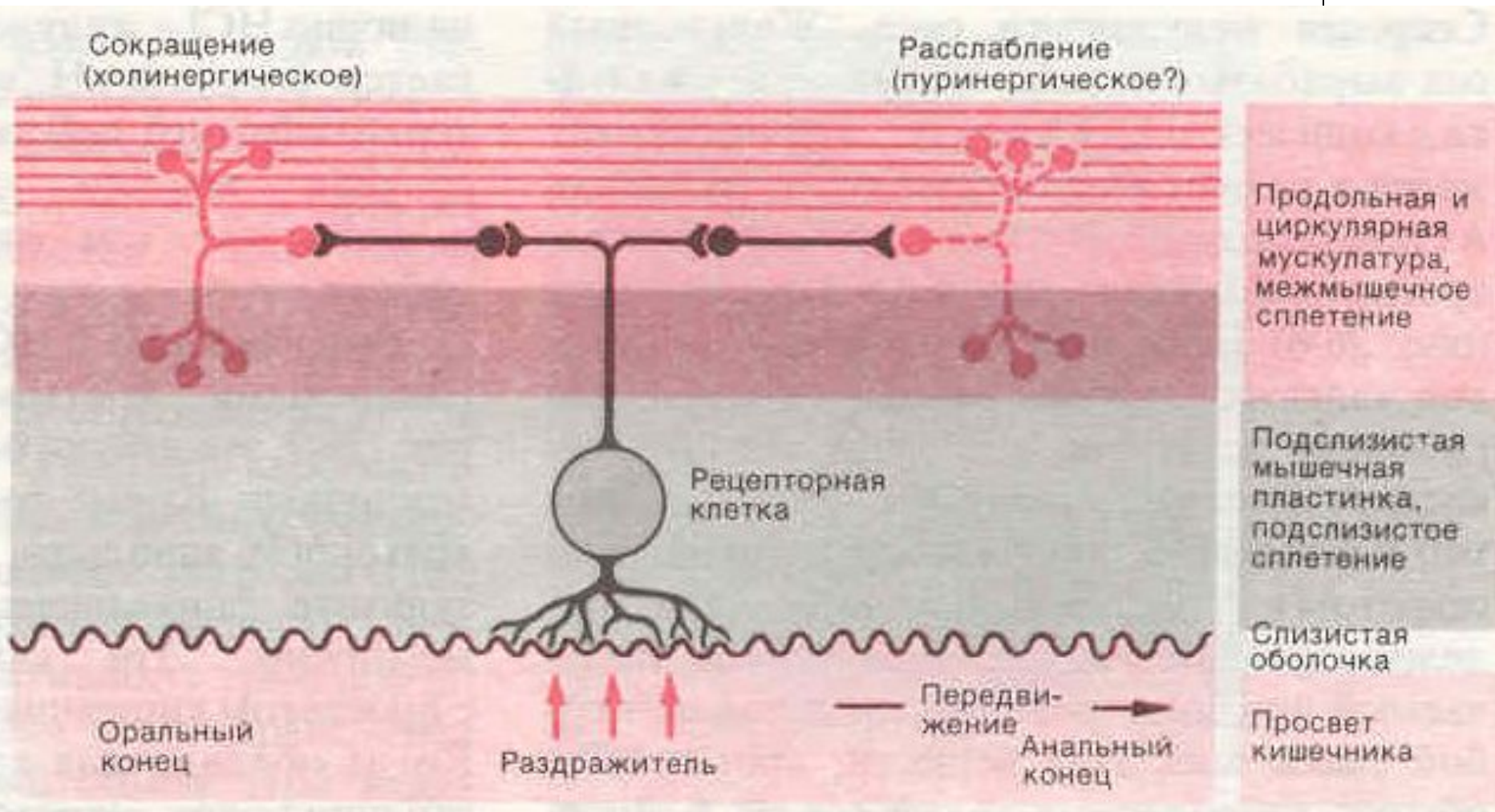
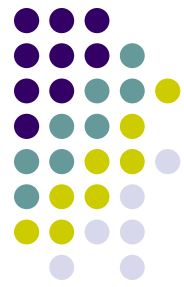
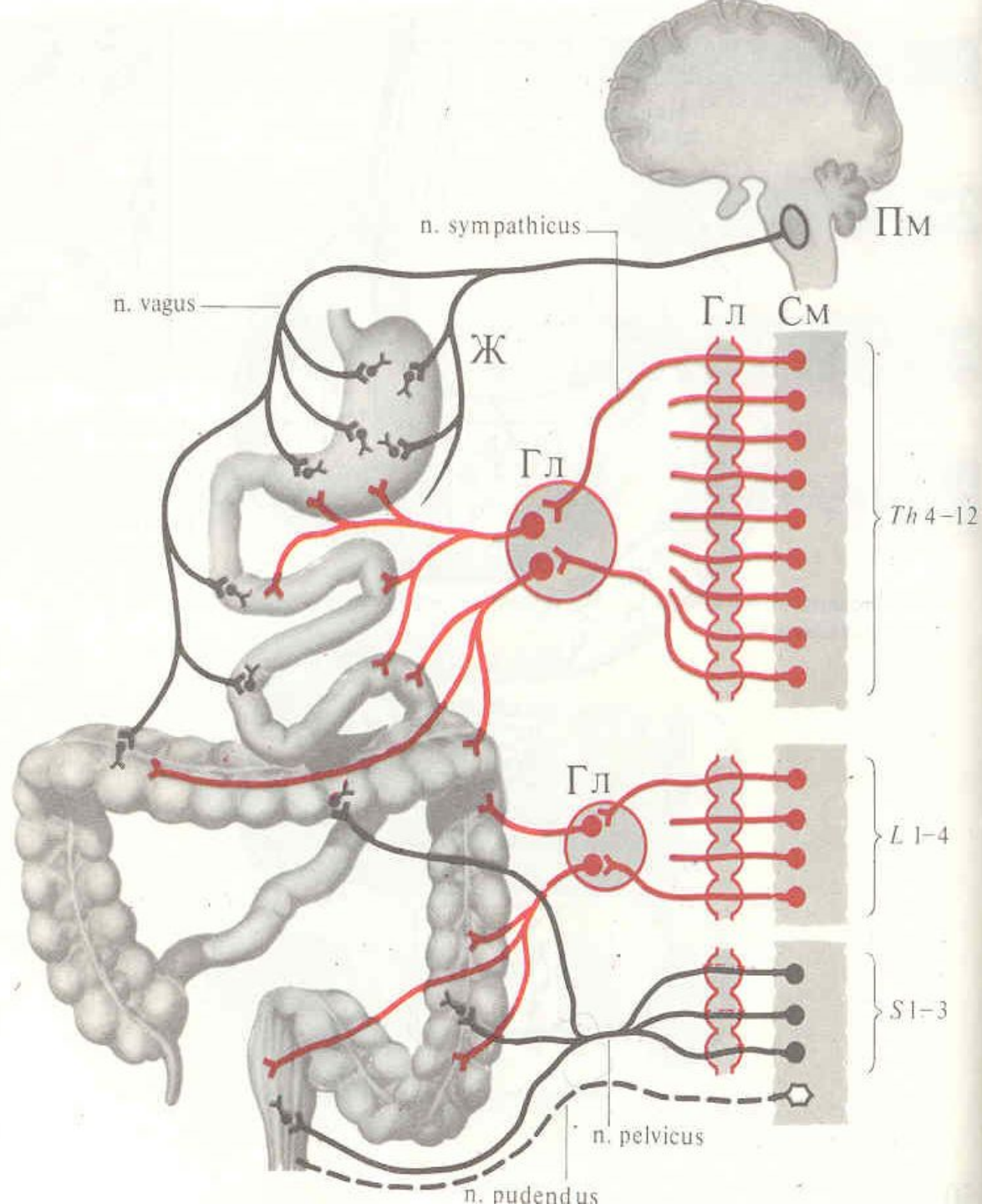


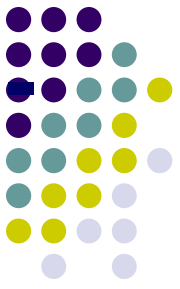
Схема интрамурального перистальтического рефлекса



Иннервация органов ЖКТ

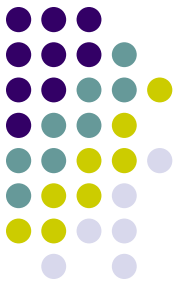


Важное значение в регуляции моторики тонкого кишечника имеют рефлексы от различных отделов пищеварительного тракта:



- 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

мотилин

холецистокинин

вещество Р

вазопрессин

окситоцин

брадикинин

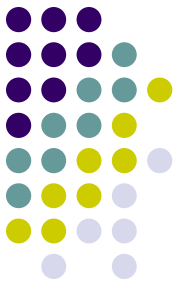
угнетают

симпатическая НС

секретин

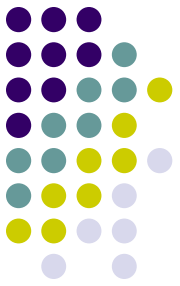
вазоактивный пептид

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:



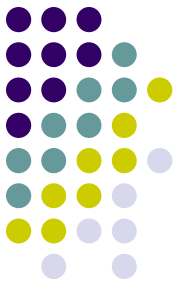
- ❖ конечное разложение остатков непереваренной пищи и компонентов пищеварительных секретов;
- ❖ создание иммунного барьера;
- ❖ торможение патогенных микробов, что предупреждает инфицирование макроорганизма;
- ❖ синтез некоторых витаминов К и группы В;
- ❖ синтез ферментов и других физиологически активных 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:



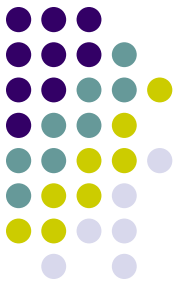
- резервуарную функцию,
- всасывание из кишечного содержимого ряда веществ, в основном воды,
- формирование каловых масс и их удаление из кишечника.

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 толстого кишечника



стимулируют

парасимпатическая НС

серотонин

глюкокортикоиды

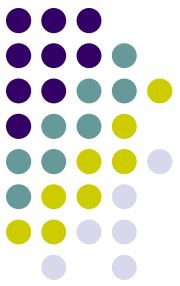
ацетилхолин

угнетают

симпатическая НС

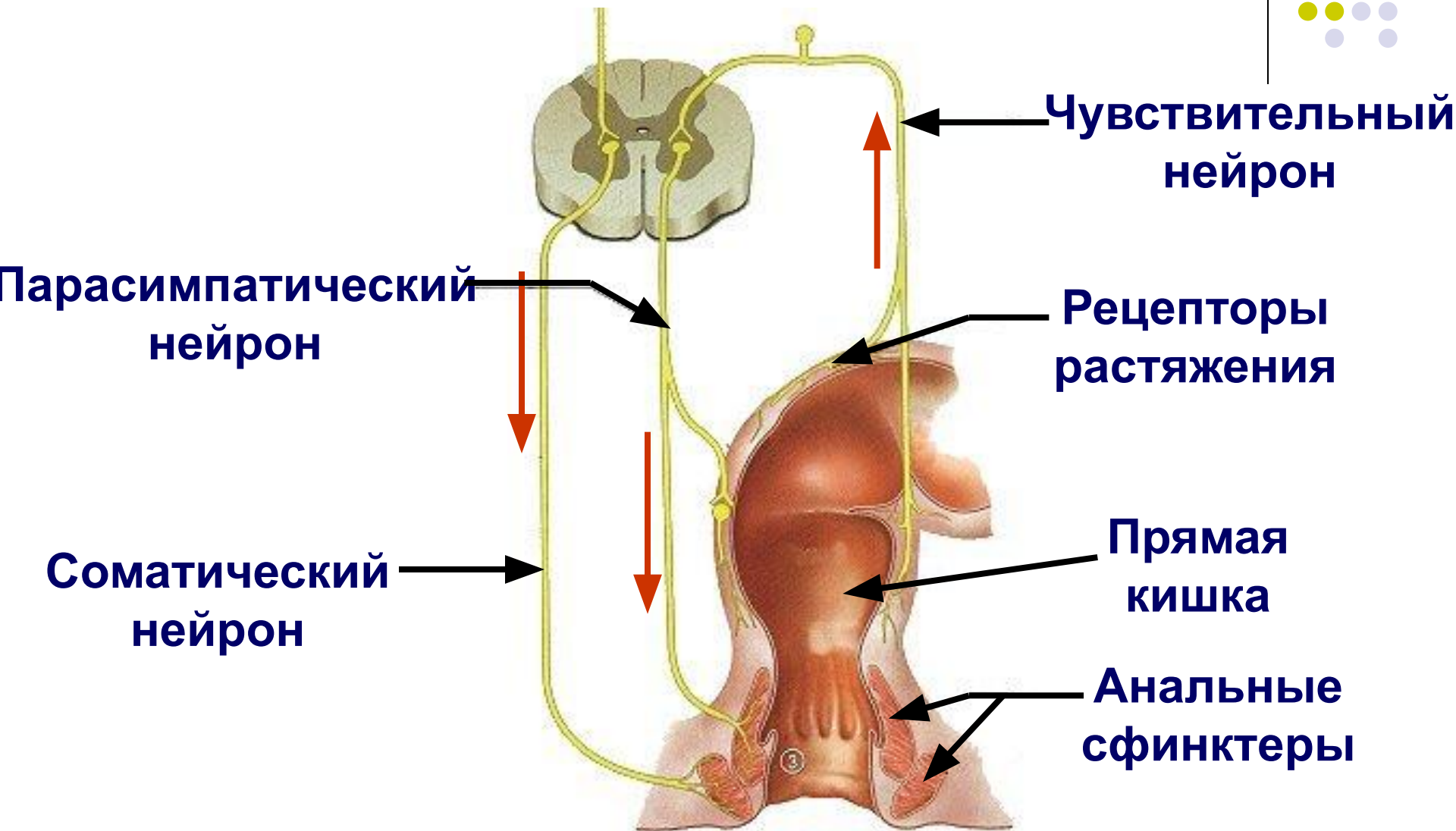
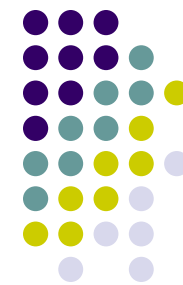
адреналин

глюкагон



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

Рефлекс дефекации





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !