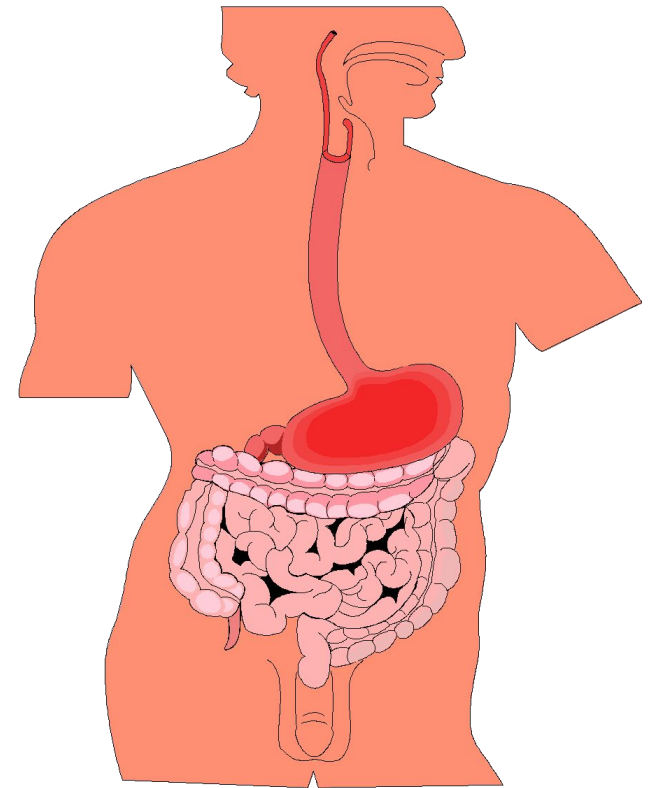


Кафедра нормальной физиологии КрасГМА

- **Физиология пищеварения в тонком кишечнике**
- **Всасывание**
- **Пищевое поведение**

ТРИ ЗВЕНА ПИЩЕВАРЕНИЯ В ТОНКОЙ КИШКЕ

- **Полостной гидролиз**
- **Мембранный гидролиз**
- **Всасывание**



Последовательность процессов пищеварительного конвейера

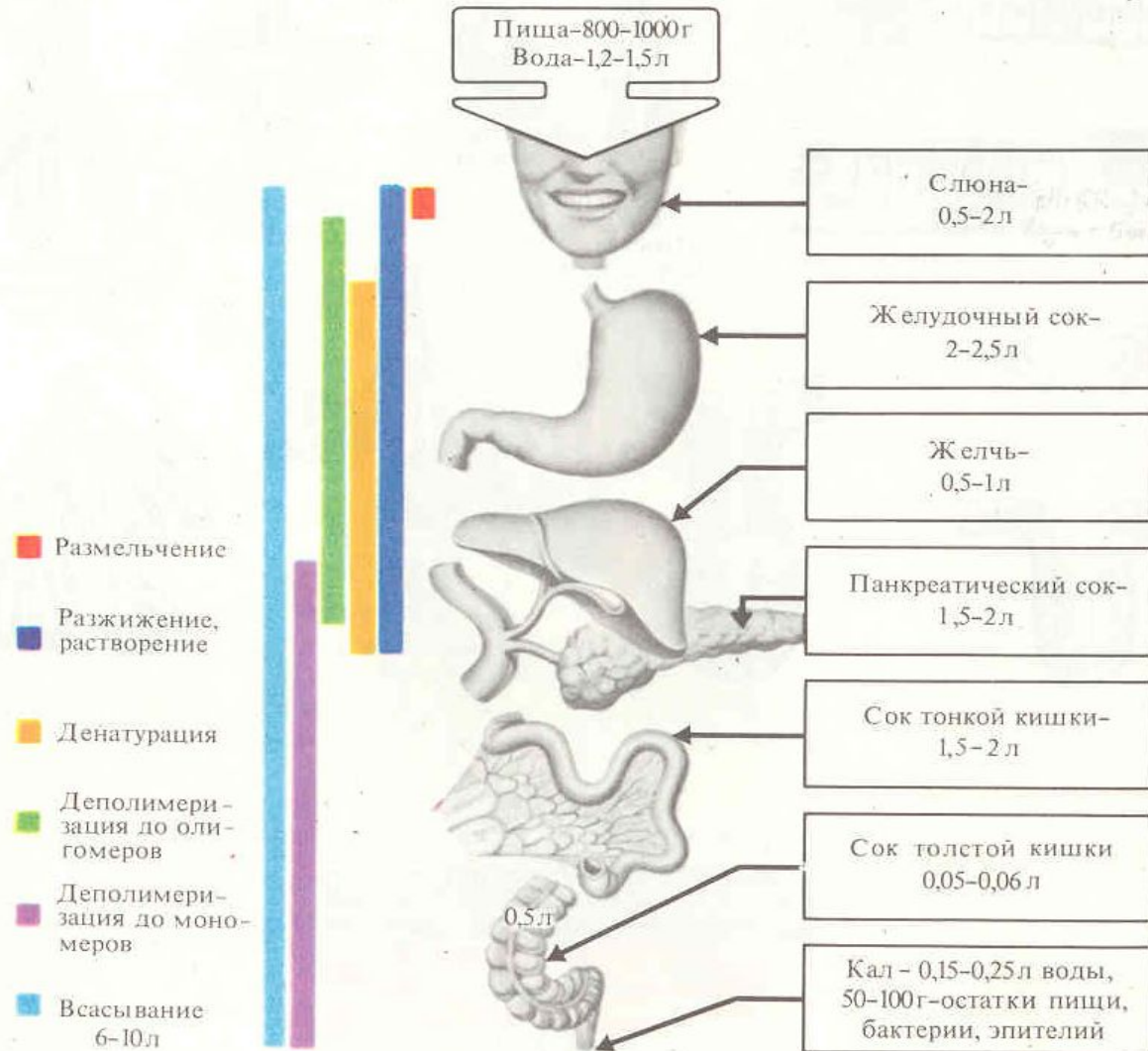
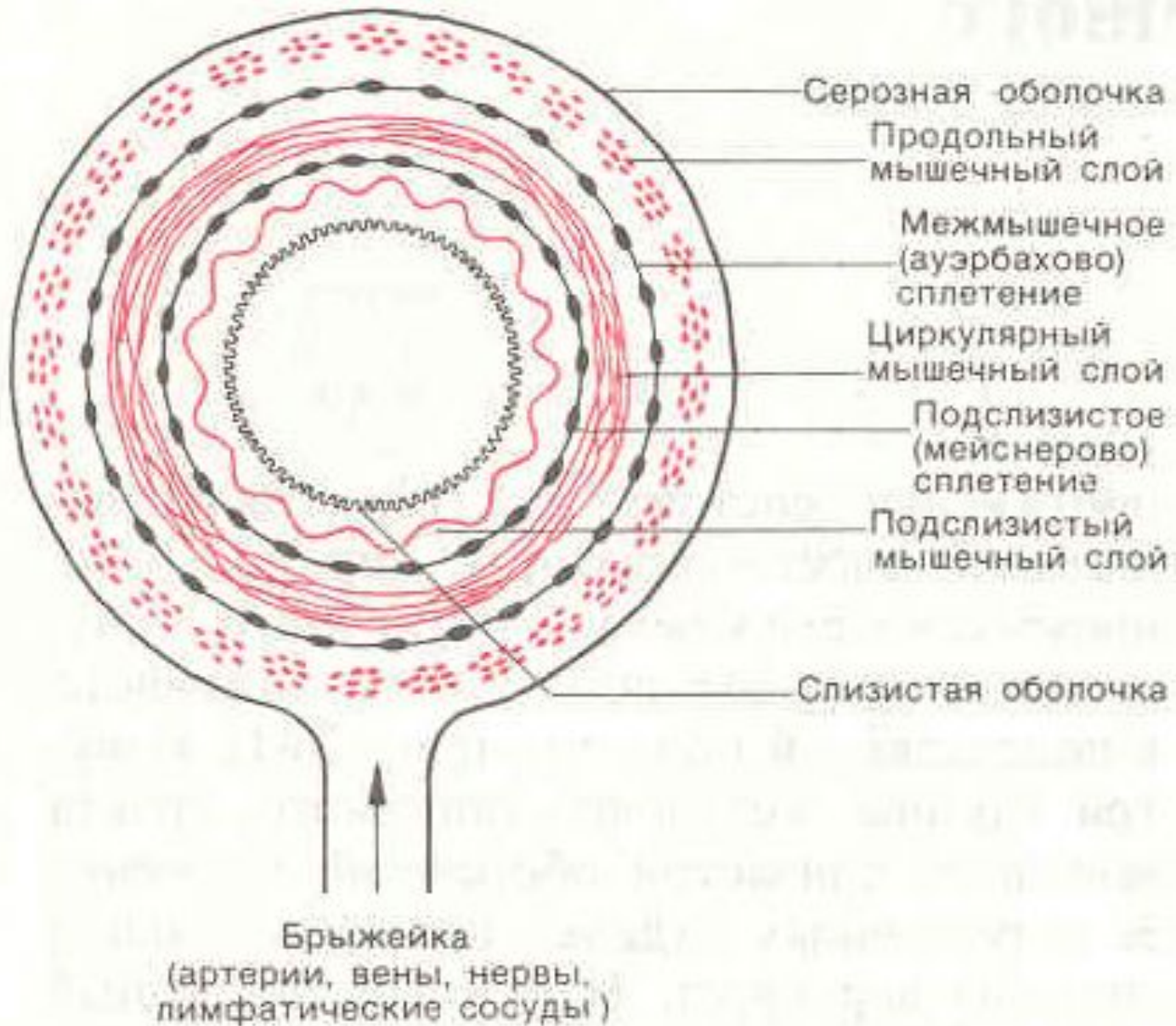


Схема строения стенки кишечника



СОСТАВ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКА

- ЭЛЕКТРОЛИТЫ

- Na и K = в плазме

- БИКАРБОНАТНЫЙ АНИОН $[HCO_3^-]$ > чем в плазме

- Ca, Mg, Zn, HPO_4^{2-} , SO_4^{2-}

- ФЕРМЕНТЫ

- ПРОТЕАЗЫ (ТРИПСИНОГЕН И ХИМОТРИПСИНОГЕН)

- АМИЛАЗА

- ЛИПАЗЫ (ЛИПАЗА, ФОСФОЛИПАЗА, ХОЛЕСТЕРОЛИПАЗА)

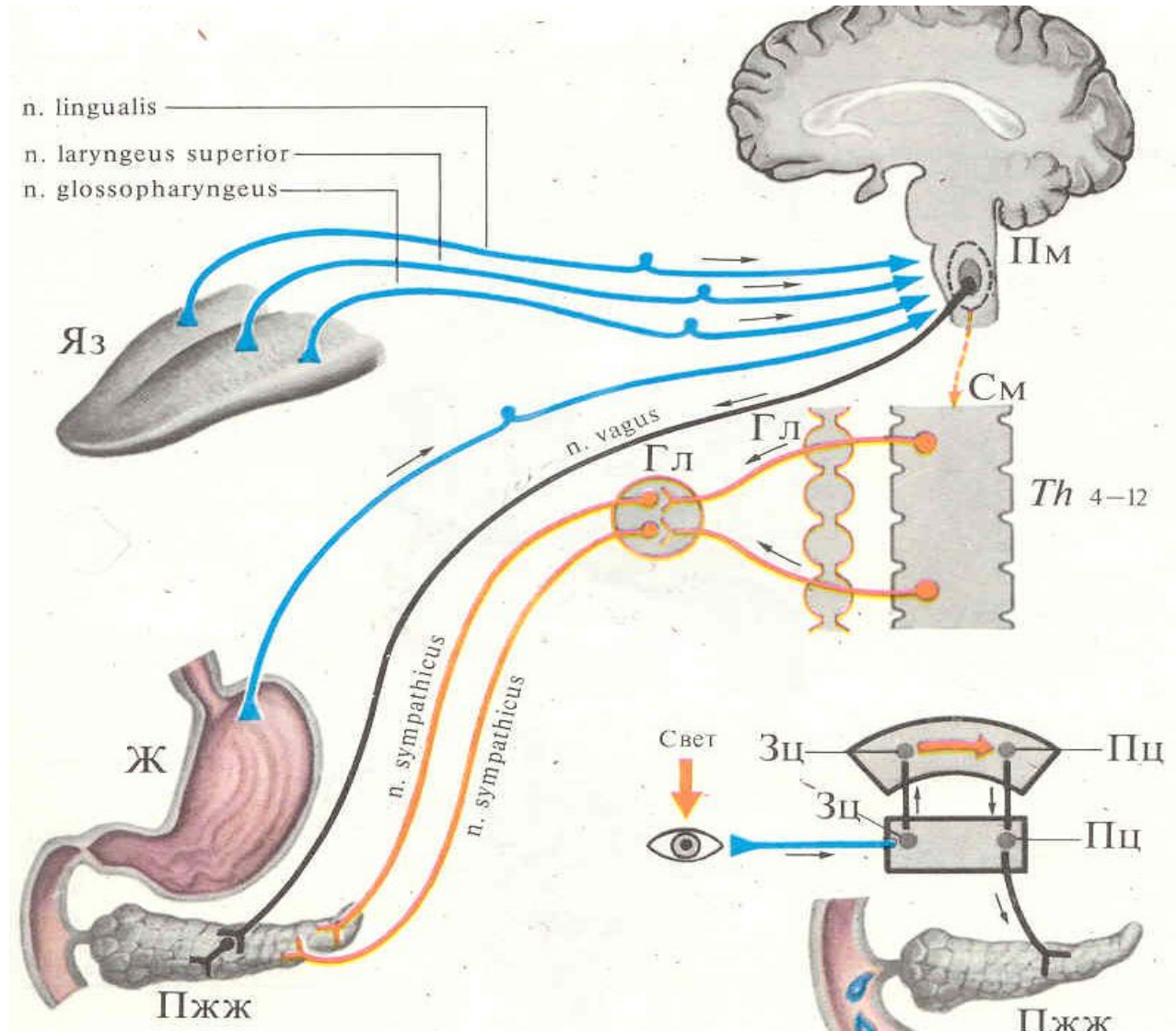
- ЭНДОНУКЛЕАЗЫ

- ИНГИБИТОР ТРИПСИНА

ОСНОВНОЙ КОНТРОЛЬ ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ СЕКРЕЦИИ

<u>ФАЗЫ</u> <u>КОНТРОЛЯ</u>	<u>ЭКБОЛИЧЕСКАЯ</u> <u>СЕКРЕЦИЯ</u>	<u>ГИДРОКИНЕТИЧЕСКАЯ</u> <u>СЕКРЕЦИЯ</u>
МОЗГОВАЯ	АЦЕТИЛХОЛИН	АЦЕТИЛХОЛИН ВИП
ЖЕЛУДОЧНАЯ	ГАСТРИН АЦЕТИЛХОЛИН	АЦЕТИЛХОЛИН
КИШЕЧНАЯ	ХОЛЕЦИСТОКИНИН АЦЕТИЛХОЛИН	СЕКРЕТИН АЦЕТИЛХОЛИН

Регуляция выделения панкреатического сока



АКТИВАТОРЫ СЕКРЕЦИИ ГОРМОНОВ 12-ПЕРСТНОЙ КИШКИ

АКТИВАТОРЫ

ХОЛЕЦИСТОКИНИНА:

- **АМИНОКИСЛОТЫ (ФЕНИЛАЛАНИН)**
- **ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ**
- **МОНОГЛИЦЕРИДЫ**
- **АЦЕТИЛХОЛИН**
- **СОЛЯНАЯ КИСЛОТА**

АКТИВАТОРЫ

СЕКРЕТИНА:

- **СОЛЯНАЯ КИСЛОТА**
(pH < 4,5)
- **АЦЕТИЛХОЛИН**

САМОРЕГУЛЯЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

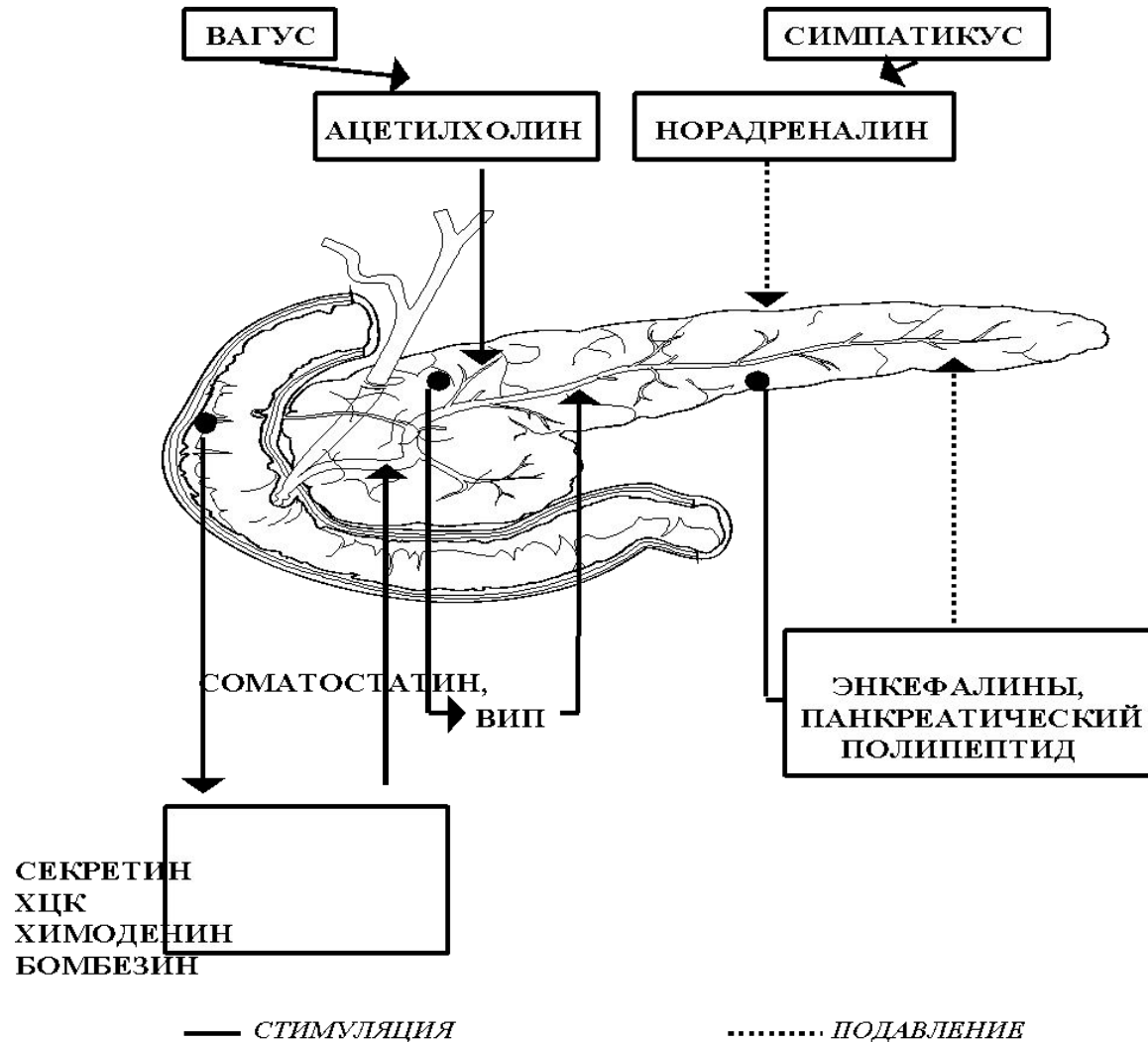
СЕКРЕТИНА



РЕГУЛЯЦИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

СТИМУЛЯЦИЯ

ПОДАВЛЕНИЕ



Гуморальная регуляция pancreas

АКТИВАТОРЫ И ИНГИБИТОРЫ СЕКРЕЦИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

• АКТИВАТОРЫ

- **ВАЗОИНТЕСТИНАЛЬНЫЙ ПЕПТИД (ВИП)**
- **СЕКРЕТИН**
- **ХОЛЕЦИСТОКИНИН**
- **ИНСУЛИН**
- **БОМБЕЗИН**
- **СУБСТАНЦИЯ P**
- **ГАСТРИН**
- **СОЛЯНАЯ КИСЛОТА**
- **АЦЕТИЛХОЛИН**
- **СЕРОТОНИН**
- **ПРОДУКТЫ ГИДРОЛИЗА**

• ИНГИБИТОРЫ

- **СОМАТОСТАТИН**
- **КАЛЬЦИТОНИН**
- **ГЛЮКАГОН**
- **ЖЕЛУДОКИНГИБИРУЮЩИЙ ПЕПТИД**
- **ПАНКРЕАТИЧЕСКИЙ ПОЛИПЕПТИД**
- **НОРАДРЕНАЛИН**
- **ЭНКЕФАЛИНЫ**

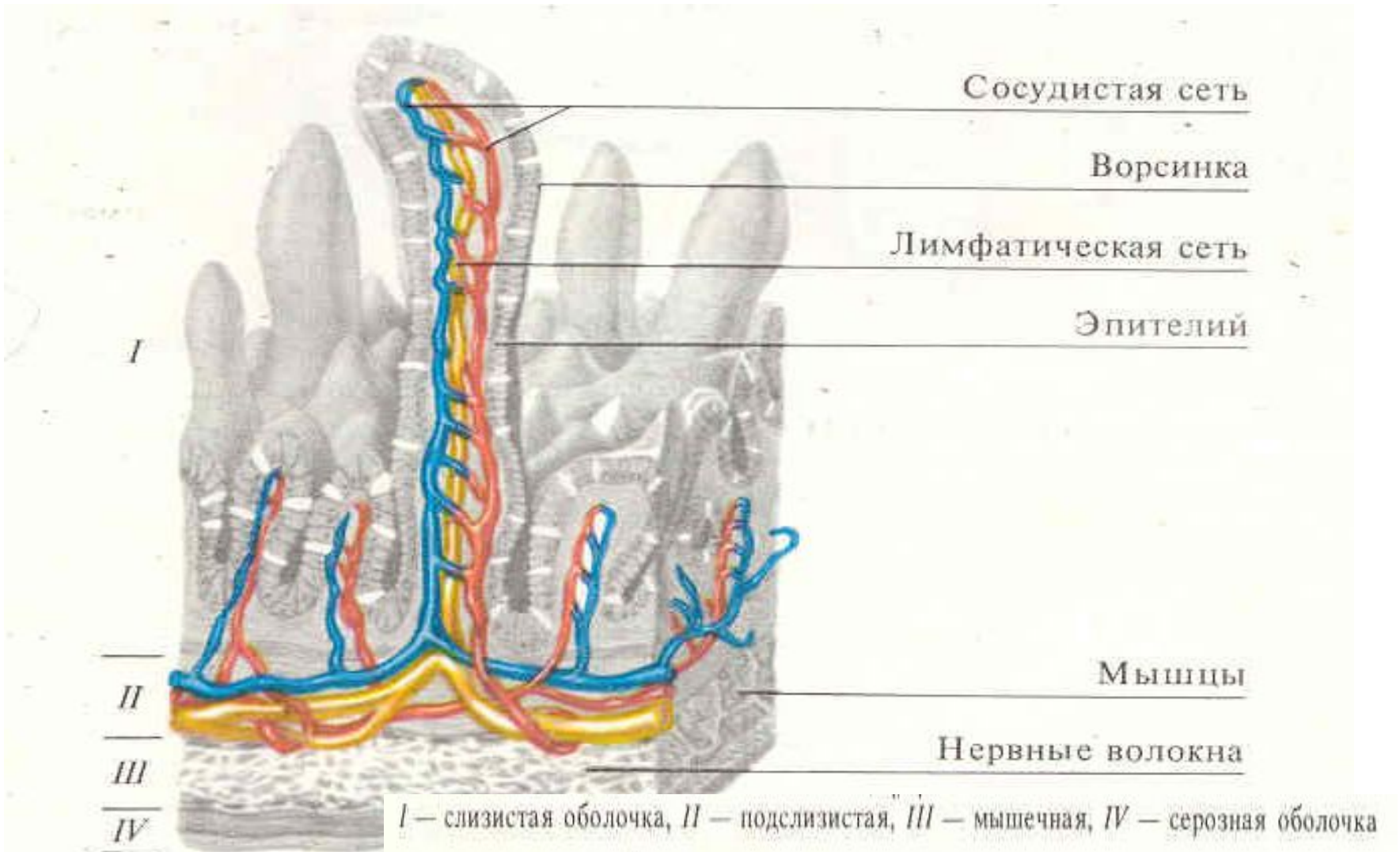
ОСОБЕННОСТИ МЕМБРАННОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ

- **Ферменты мембранного пищеварения концентрированы, структурированы, пространственно ориентированы и работают дольше, чем в полостном**
- **Мембранное пищеварение стерильно**
- **Ферментные и транспортные системы распределены вдоль кишки неравномерно: дистальные отделы могут компенсировать недостаточность проксимальных**
- **Мембранное пищеварение активирует полостное и, наоборот, полостное активирует мембранное**
- **Мембранное пищеварение активируется моторикой кишки**

Панкреатические ферменты в пристеночном пищеварении

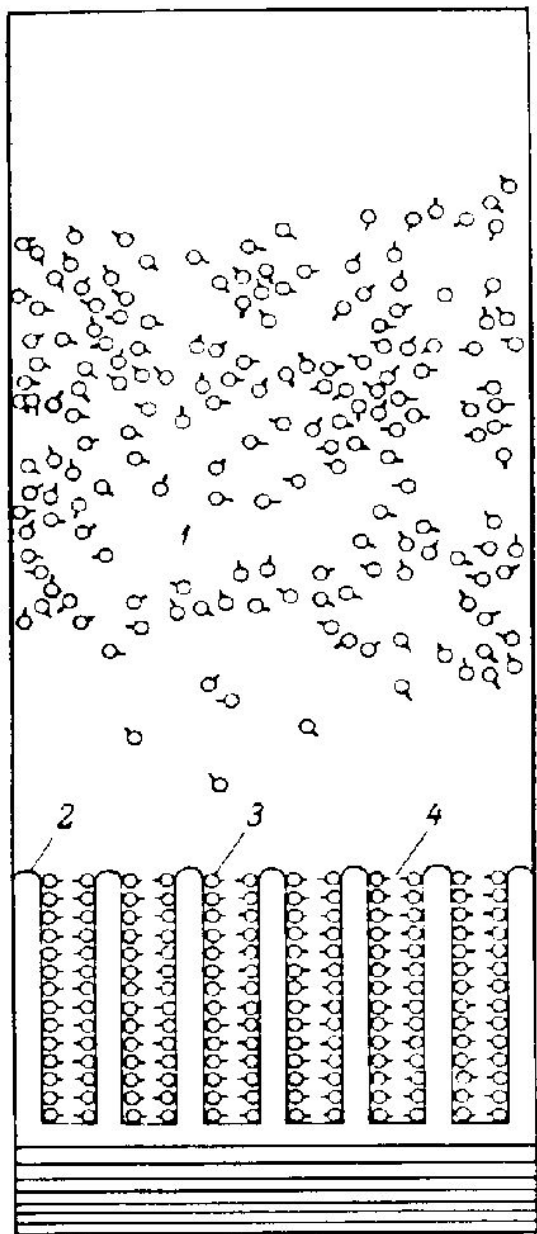
Ферменты	Гликокаликс	Мембрана
АМИЛАЗА	60%	40%
ТРИПСИН	40%	60%
ХИМОТРИПСИН	20%	80%

Строение стенки тонкой кишки

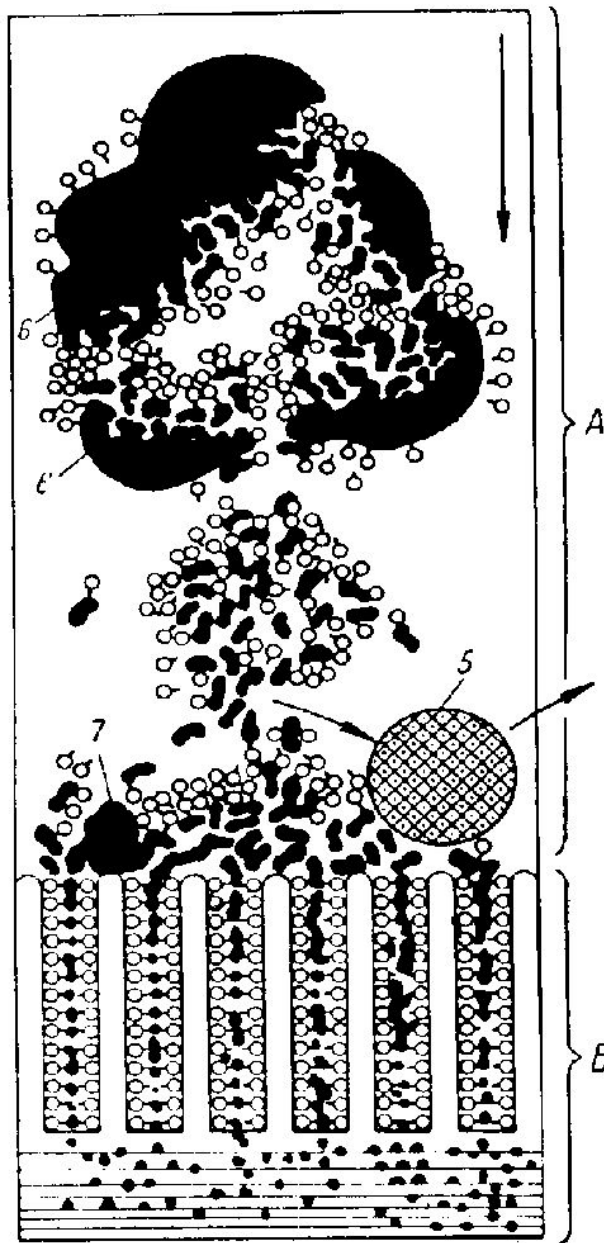


Ферменты мембраны энтероцитов

<u>ГЛИКОЛИТИЧЕСКИЕ</u>	<u>ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИЕ</u>	<u>ЛИПОЛИТИЧЕСКИЕ</u>
ЛАКТАЗА	ОЛИГОПЕПТИДАЗЫ	МОНОГЛИЦЕРИДЛИПАЗА
СУКРАЗА	ДИПЕПТИДАЗЫ	
ИЗОМАЛЬТАЗА	АМИНОПЕПТИДАЗЫ	
ТРЕГАЛАЗА		
ГЛЮКОАМИЛАЗА		
ДЕКСТРИНАЗА		



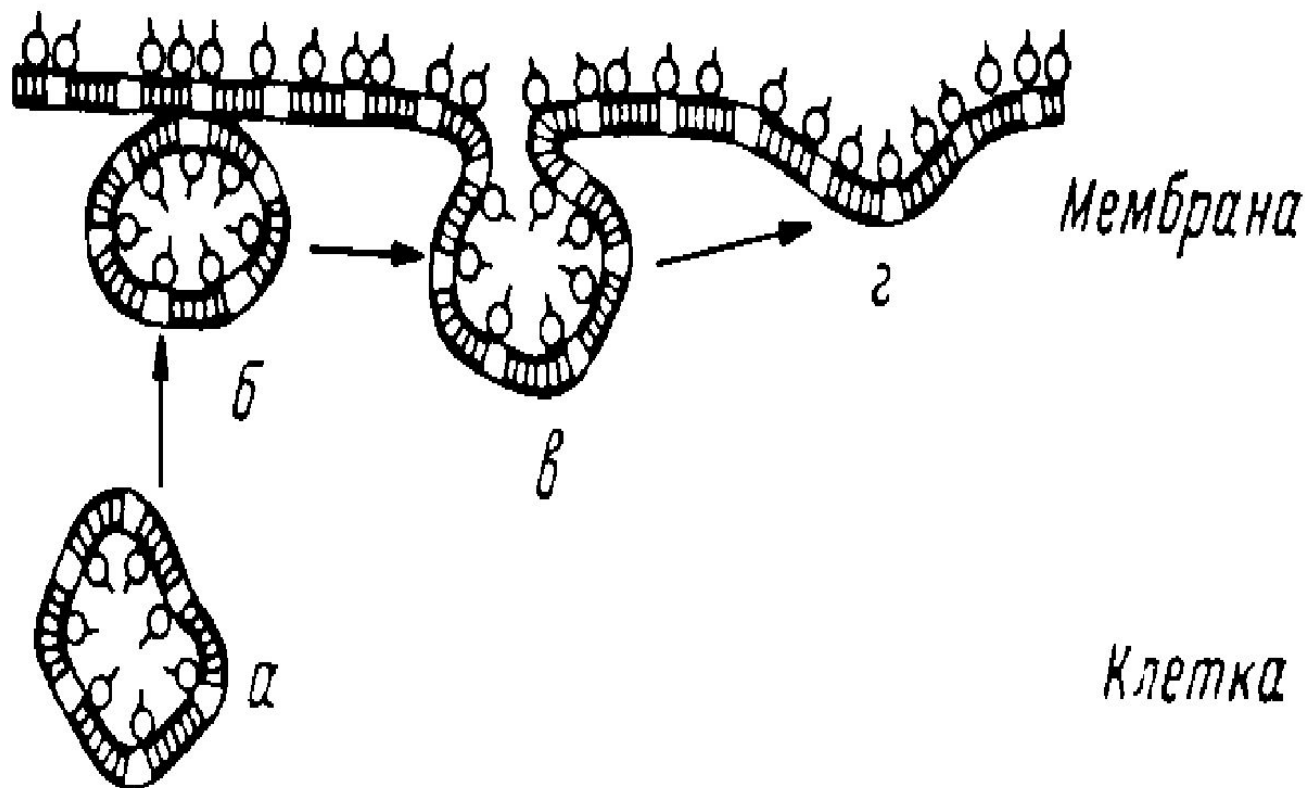
I



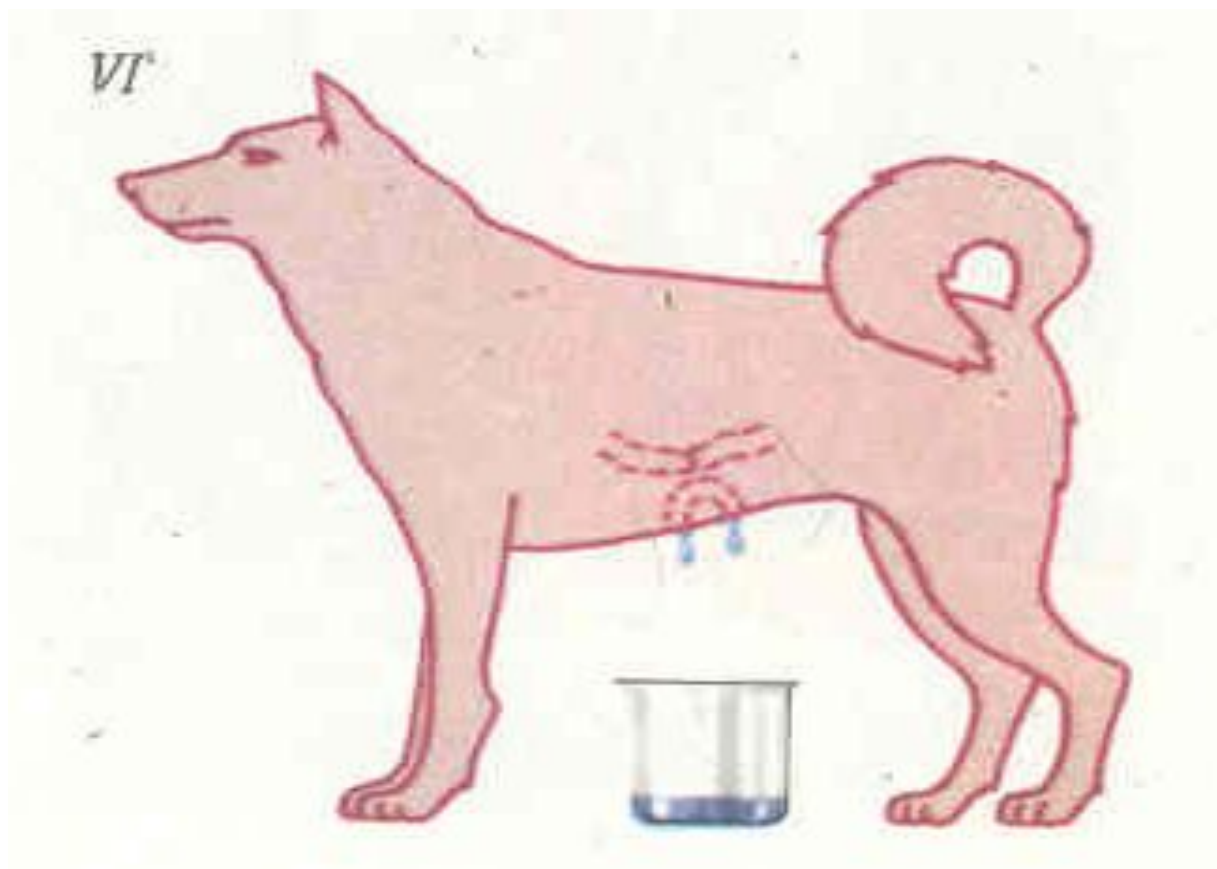
II

Схема
взаимоотно-
шения
полостного и
мембранного
пищеварения

Возможный механизм переноса собственно кишечных ферментов на клеточную поверхность путем обратного пиноцитоза. А – Г – стадии процесса



Изолированная петля кишки по Тиривеллу






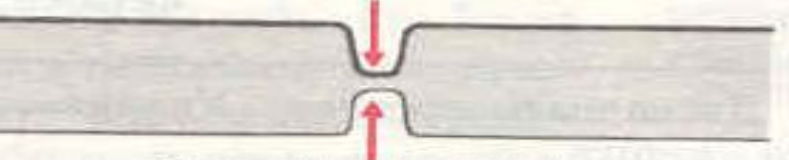
Состав кишечного сока (pH 7,0-8,5)

Органические вещества	Неорганические вещества
Протеазы (пептидазы): <u>аминопептидаза</u> , <u>дипептидаза</u> , энтерокиназа	K^+ , Ca^{2+} ,
Карбогидразы: амилаза, мальтаза, лактаза, сахараза	Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{2-}
Липаза	
Эстераза	
Нуклеаза	
Нуклеотидаза	
Фосфатаза	
Муцин	

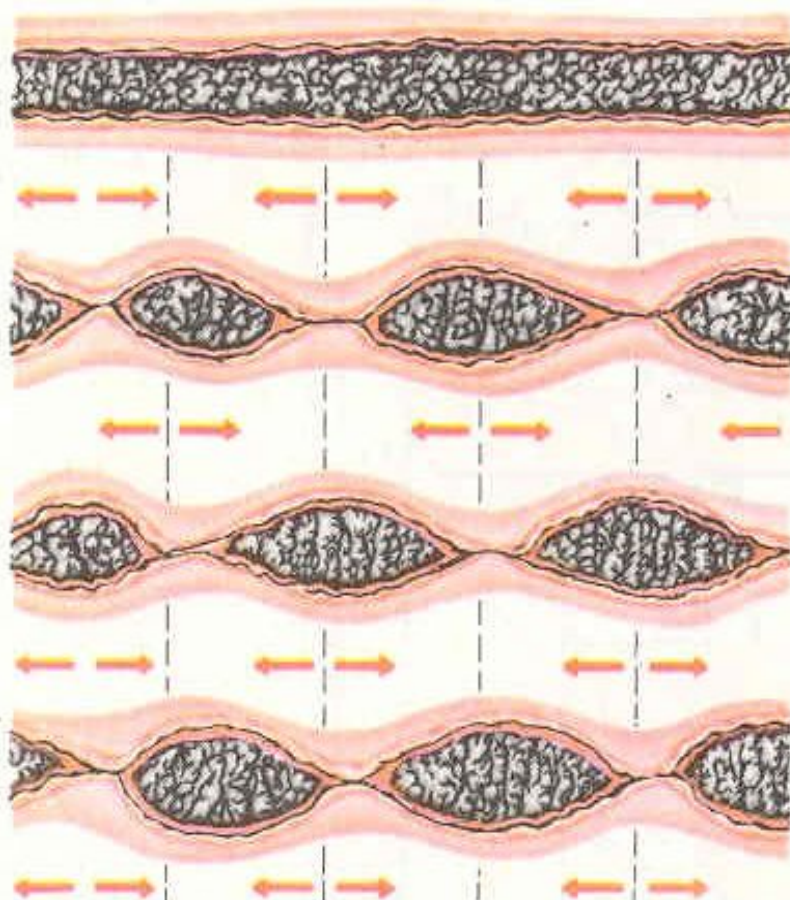
Виды моторики тонкого кишечника

- 1. Ритмическая сегментация (8-10 в мин)
- 2. Перистальтика (1-20 см/сек)
- 3. Маятникообразные движения
- 4. Тонические сокращения
 - РЕФЛЕКСЫ:
 - 1. Желудочно-кишечный
 - 2. Кишечно-кишечный
 - 3. Гастро-ректальный
 - 4. Рецепторная релаксация
 - 5. Ректо-энтеральный тормозной

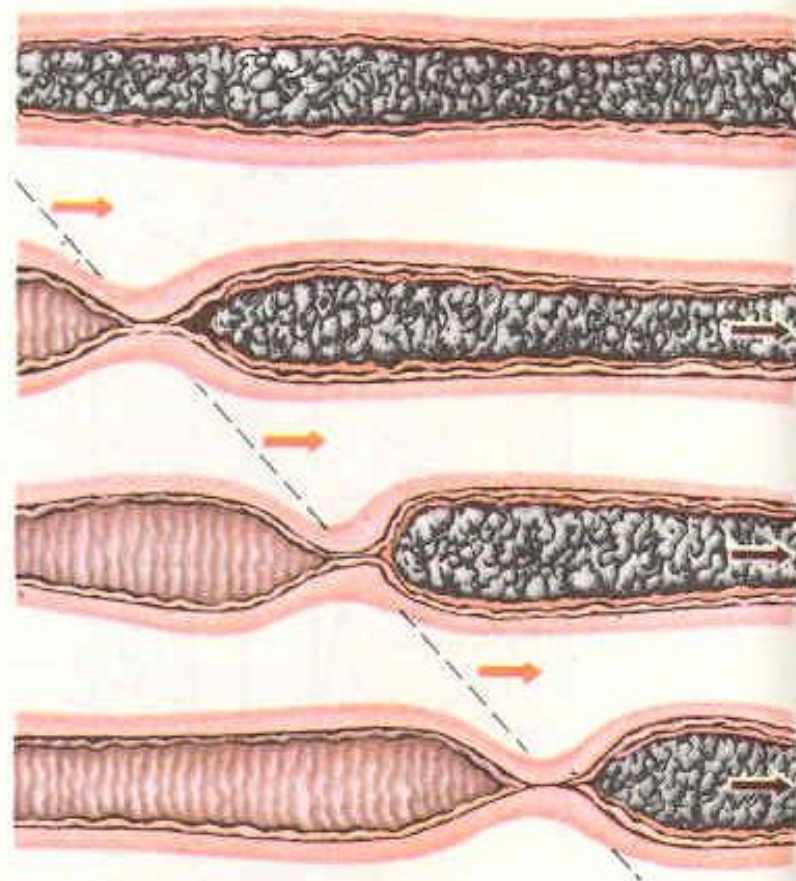
Типы моторики ЖКТ

Тип двигательной активности	Структура	Функция
 <p>Перистальтика</p>	<p>Пищевод Желудок Тонкий кишечник</p>	<p>Пропульсивная перистальтика — передвижение пищевых масс; непропульсивная перистальтика — перемешивание пищевых масс</p>
 <p>Ритмическая сегментация</p>	<p>Тонкий и толстый кишечник</p>	<p>Перемешивание</p>
 <p>Маятниковообразные движения</p>	<p>Тонкий и толстый кишечник</p>	<p>Продольное смещение стенки кишечника относительно химуса</p>
 <p>Тоническое сокращение</p>	<p>Сфинктеры пищеварительного тракта</p>	<p>Препятствие передвижению химуса Функциональное разделение отделов</p>

Моторика кишечника

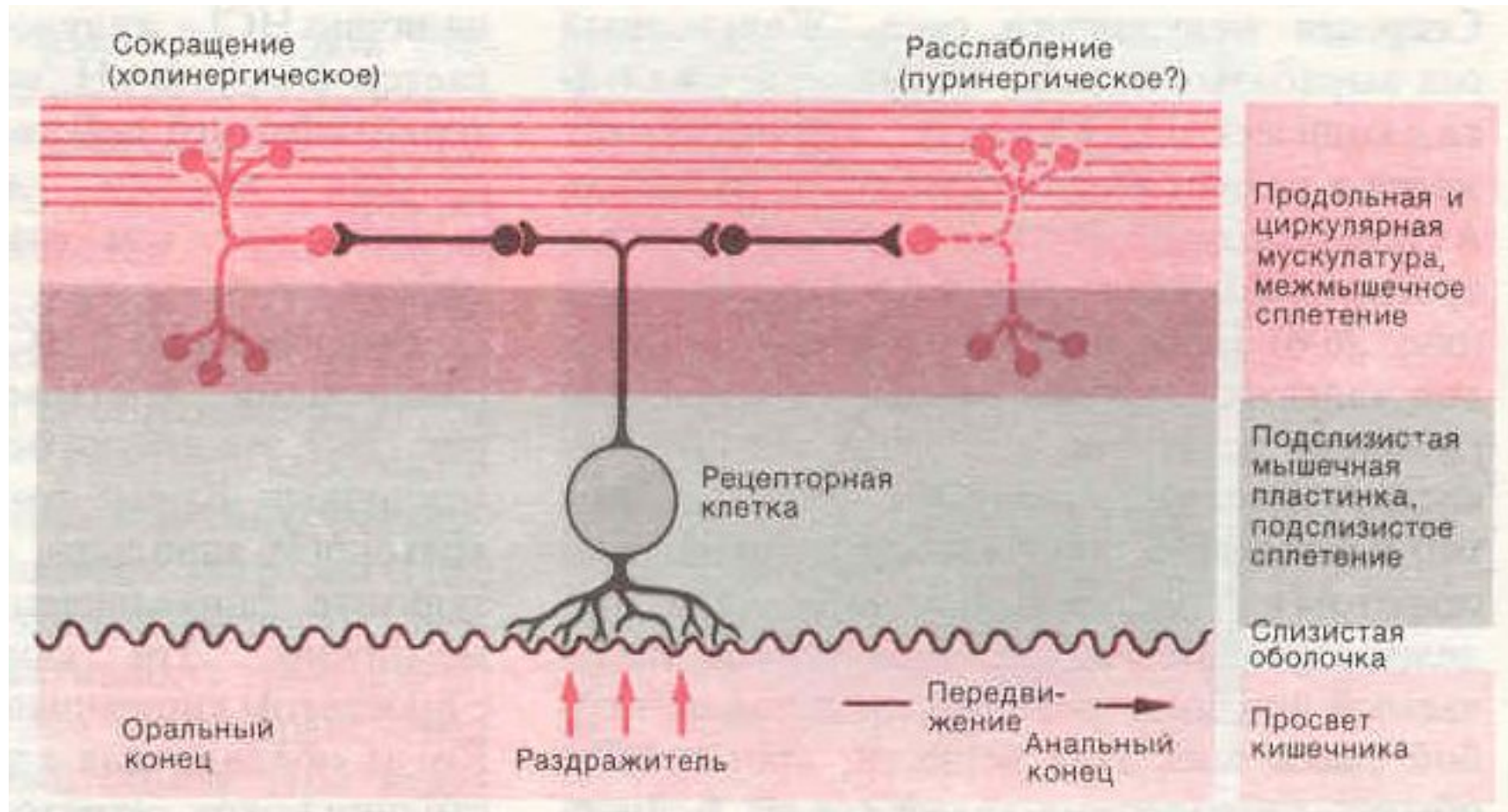


Маятникообразные движения
(ритмическая сегментация)

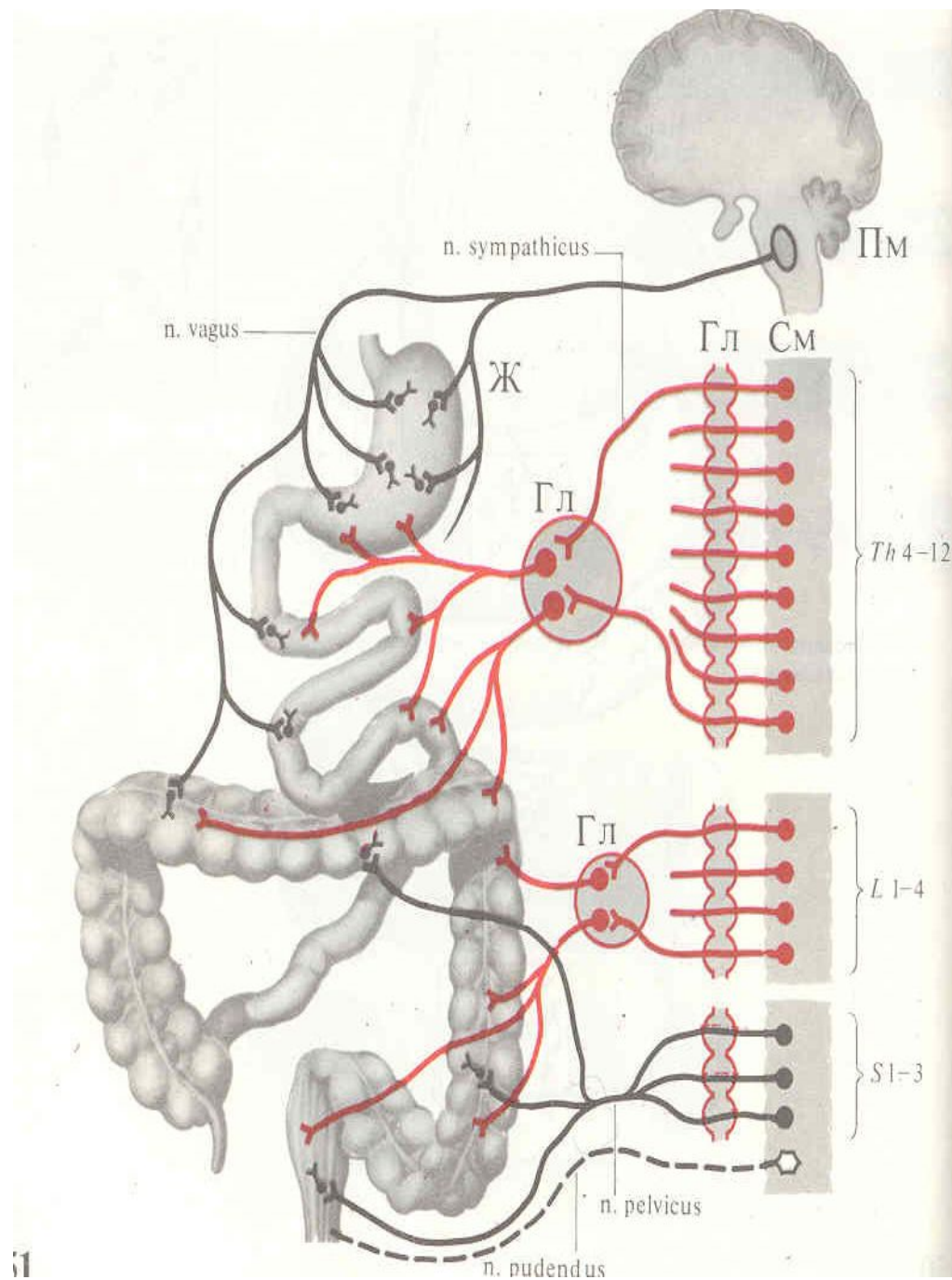


Перистальтика

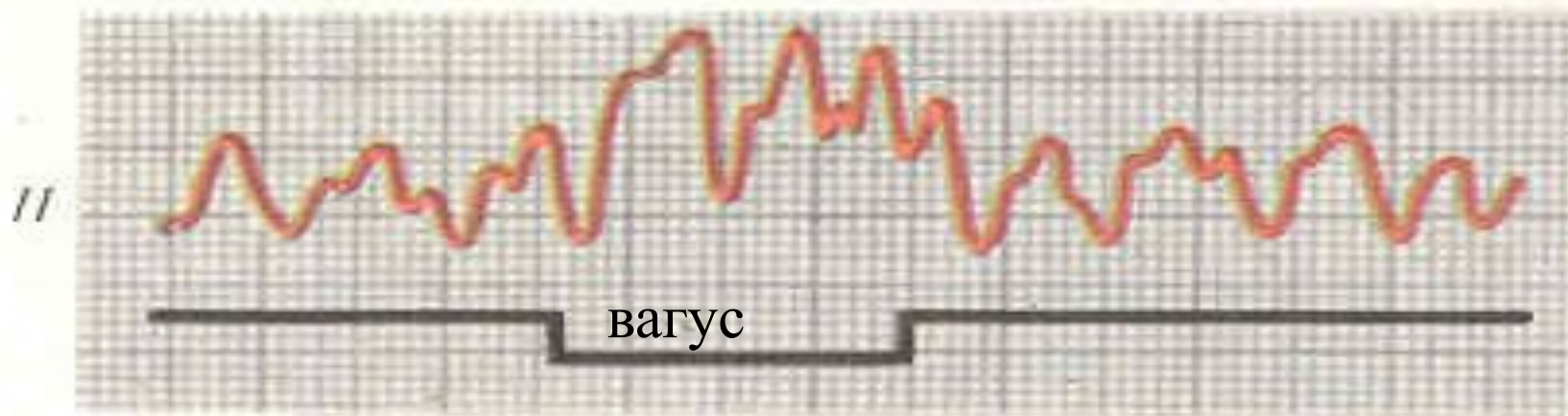
Схема интрамурального перистальтического рефлекса



Иннервация органов ЖКТ



Нервная регуляция моторики кишечника



РЕГУЛЯЦИЯ МОТОРИКИ ТОНКОЙ КИШКИ

- Чем выше амплитуда медленноволновой активности, тем больше частота генерируемых спайков и тем больше сила сокращений

- **АМПЛИТУДУ**

- **УВЕЛИЧИВАЮТ**

- **ГАСТРИН**

- **ХОЛЕЦИСТОКИНИН**

- **МОТИЛИН**

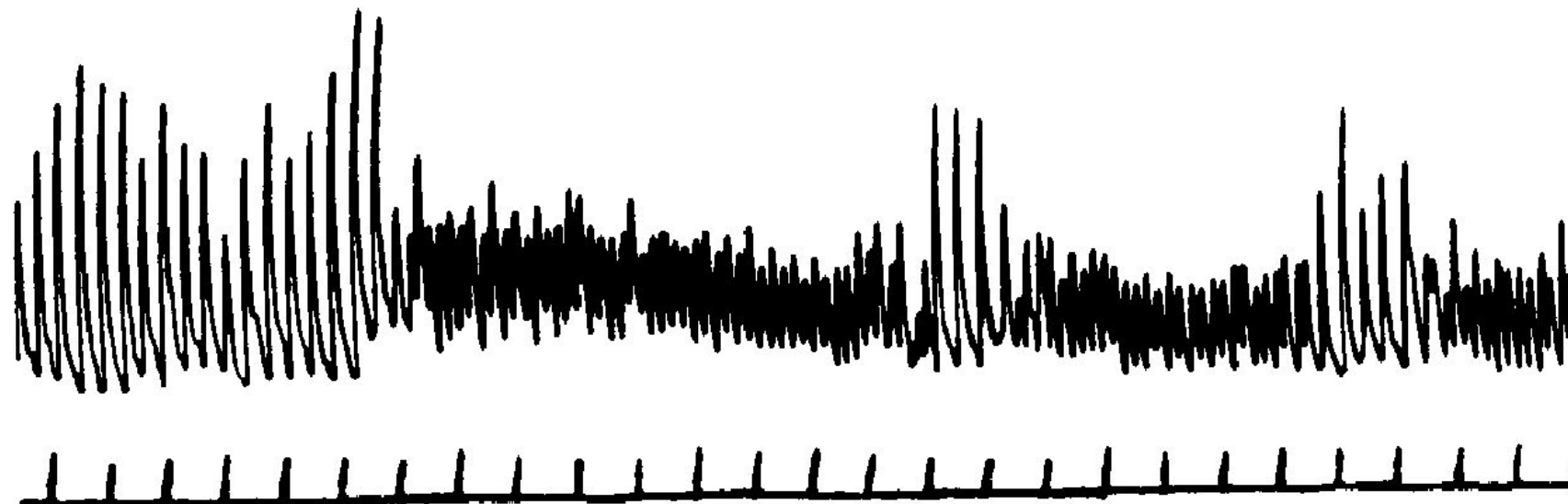
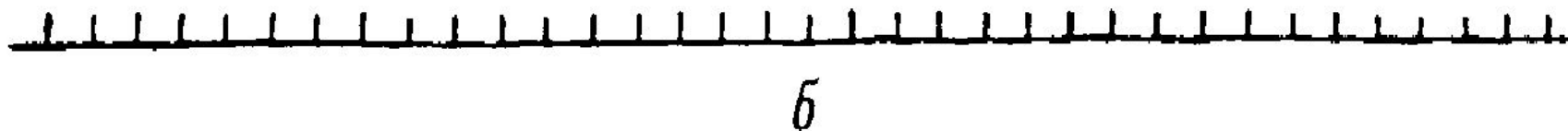
- **ИНСУЛИН**

- **УМЕНЬШАЮТ**

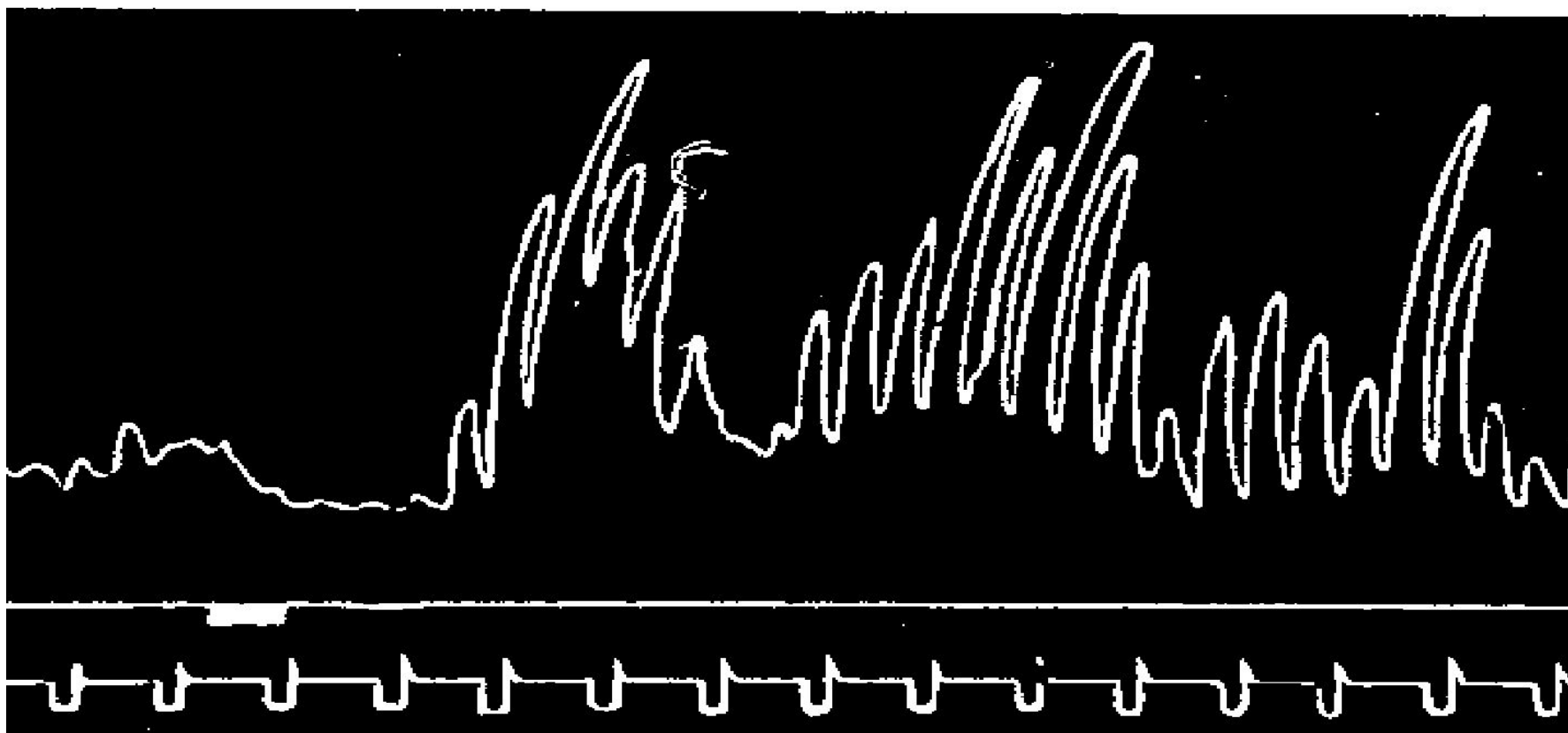
- **СЕКРЕТИН**

- **ГЛЮКАГОН**

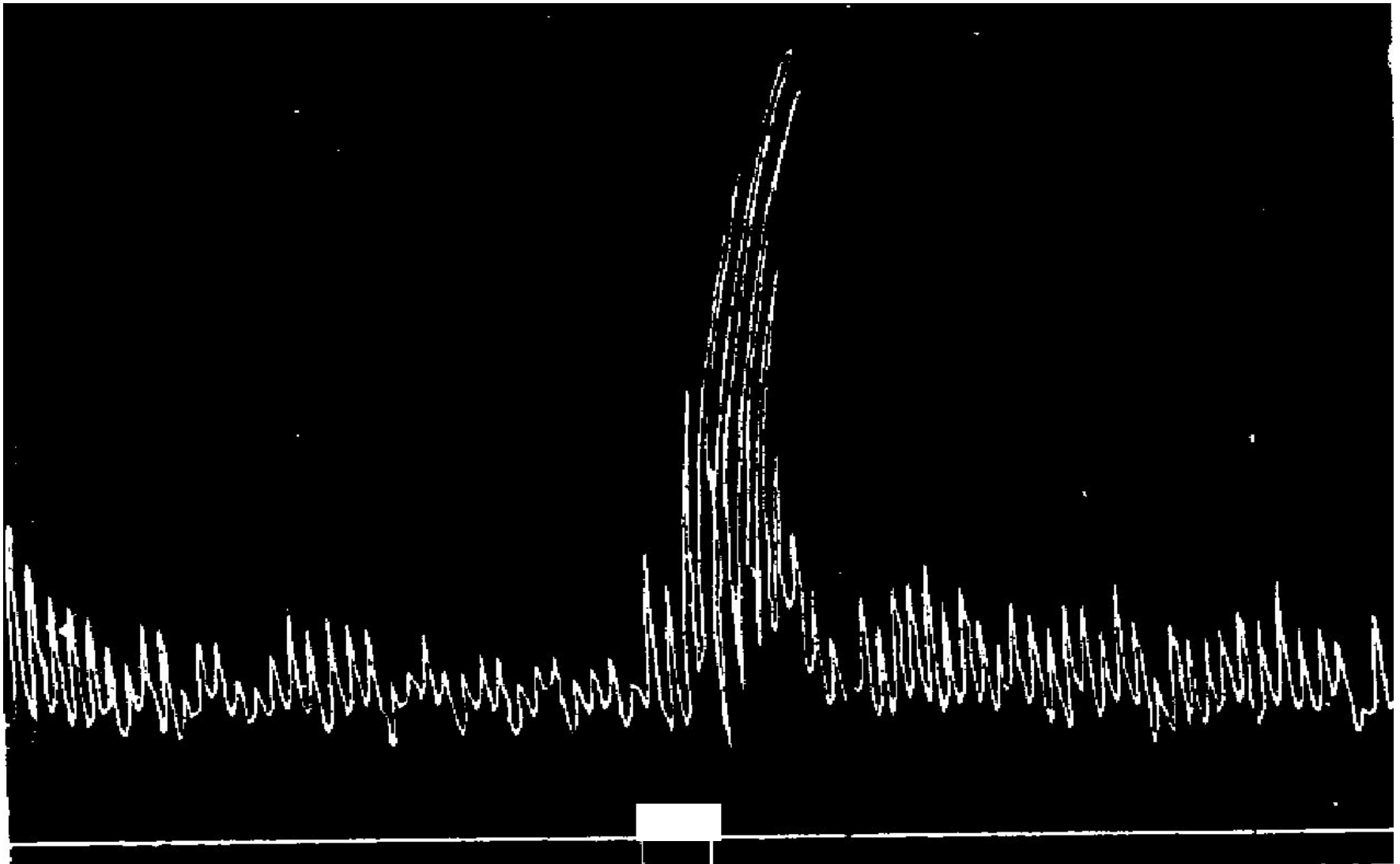
Тонические волны (а) и сегментация (б) ПОДВЗДОШНОЙ КИШКИ КОШКИ



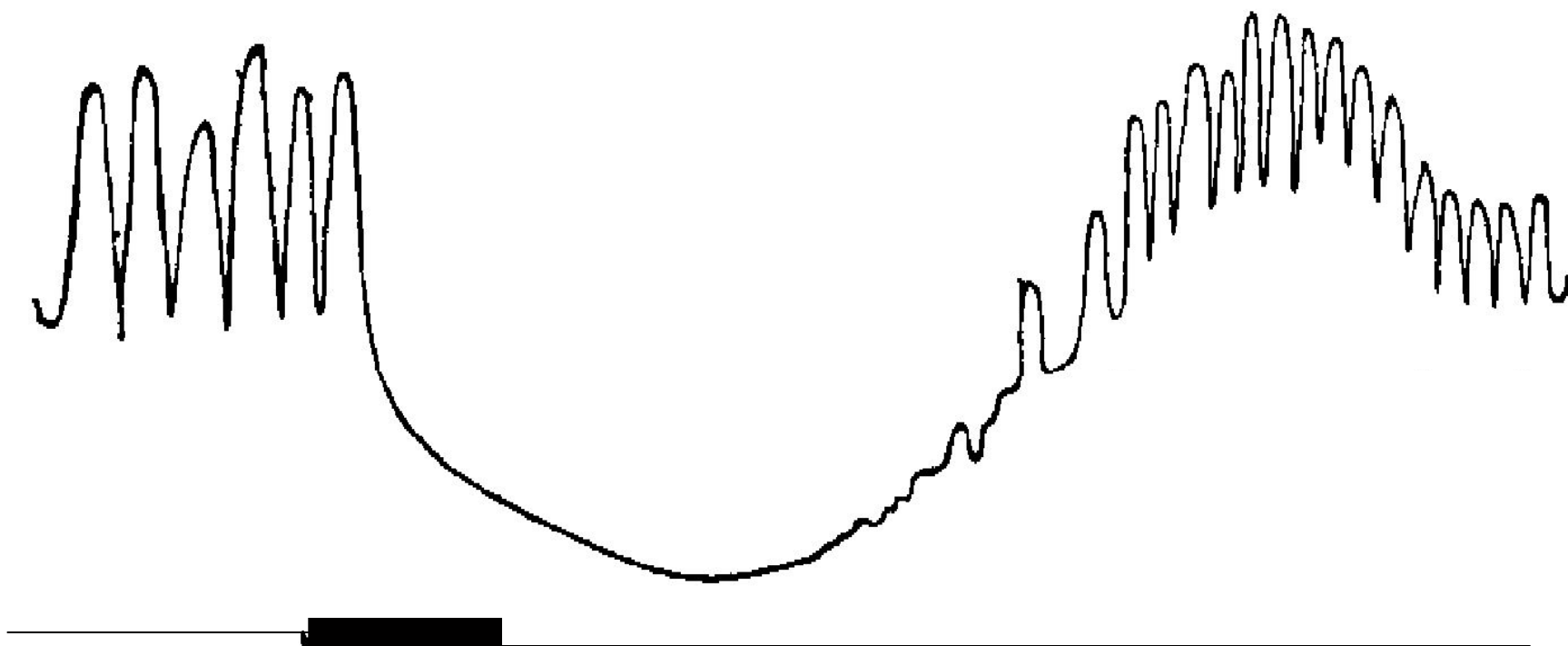
Усиление моторики тонкой кишки при введении в кровь экстракта слизистой 12-перстной кишки



Влияние раздражения вагуса на моторику тонкой кишки



Влияние раздражения чревного нерва на моторику тонкой кишки



ОБЩИЕ МЕХАНИЗМЫ ВСАСЫВАНИЯ

- **ПАССИВНЫЙ ТРАНСПОРТ - ПЕРЕНОС БЕЗ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ -
- ПЕРЕНОС ПО ГРАДИЕНТАМ**

- **ФИЛЬТРАЦИЯ - ВОДА, ЭЛЕКТРОЛИТЫ**

- **ОСМОС - ВОДА**

- **ДИФФУЗИЯ :**

 - ПРОСТАЯ - МОЧЕВИНА, СПИРТЫ, ГЛИКОЛИ, СОЛИ**

 - ОБЛЕГЧЕННАЯ - С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛ-ПЕРЕНОСЧИКОВ - КРУПНЫЕ МОЛЕКУЛЫ**

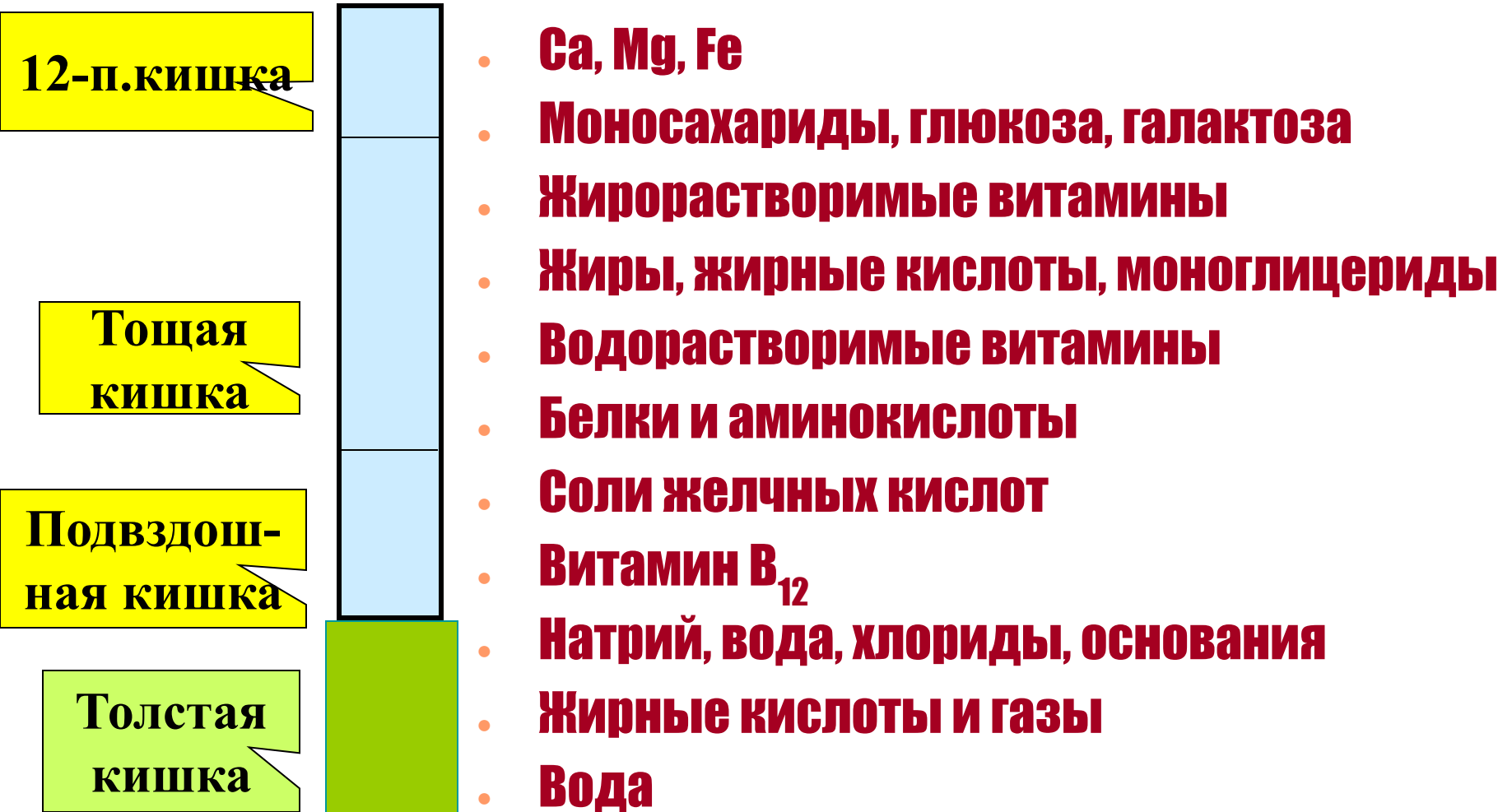
 - ОБМЕННАЯ - АНТИПОРТ - 2Na^+ на Ca^{2+}**

 - СИМПОРТ - СОВМЕСТНЫЙ ТРАНСПОРТ - Na^+ И ГЛЮКОЗА; Na^+ И АМИНОКИСЛОТА -
ВТОРИЧНО-АКТИВНЫЙ КОТРАНСПОРТ***

- **АКТИВНЫЙ (ПЕРВИЧНО) ТРАНСПОРТ - ПЕРЕНОС С ТРАТОЙ ЭНЕРГИИ
- ПЕРЕНОС ПРОТИВ ГРАДИЕНТОВ:**

 - КРУПНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ МОЛЕКУЛЫ (ОЛИГОПЕПТИДЫ, ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ И МИЦЕЛЛЫ, И ДР.), А ТАКЖЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , И ДР.) С ПОМОЩЬЮ АТФаз**

Всасывание веществ в кишечнике



ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГИДРОЛИЗА И ВСАСЫВАНИЯ БЕЛКОВ

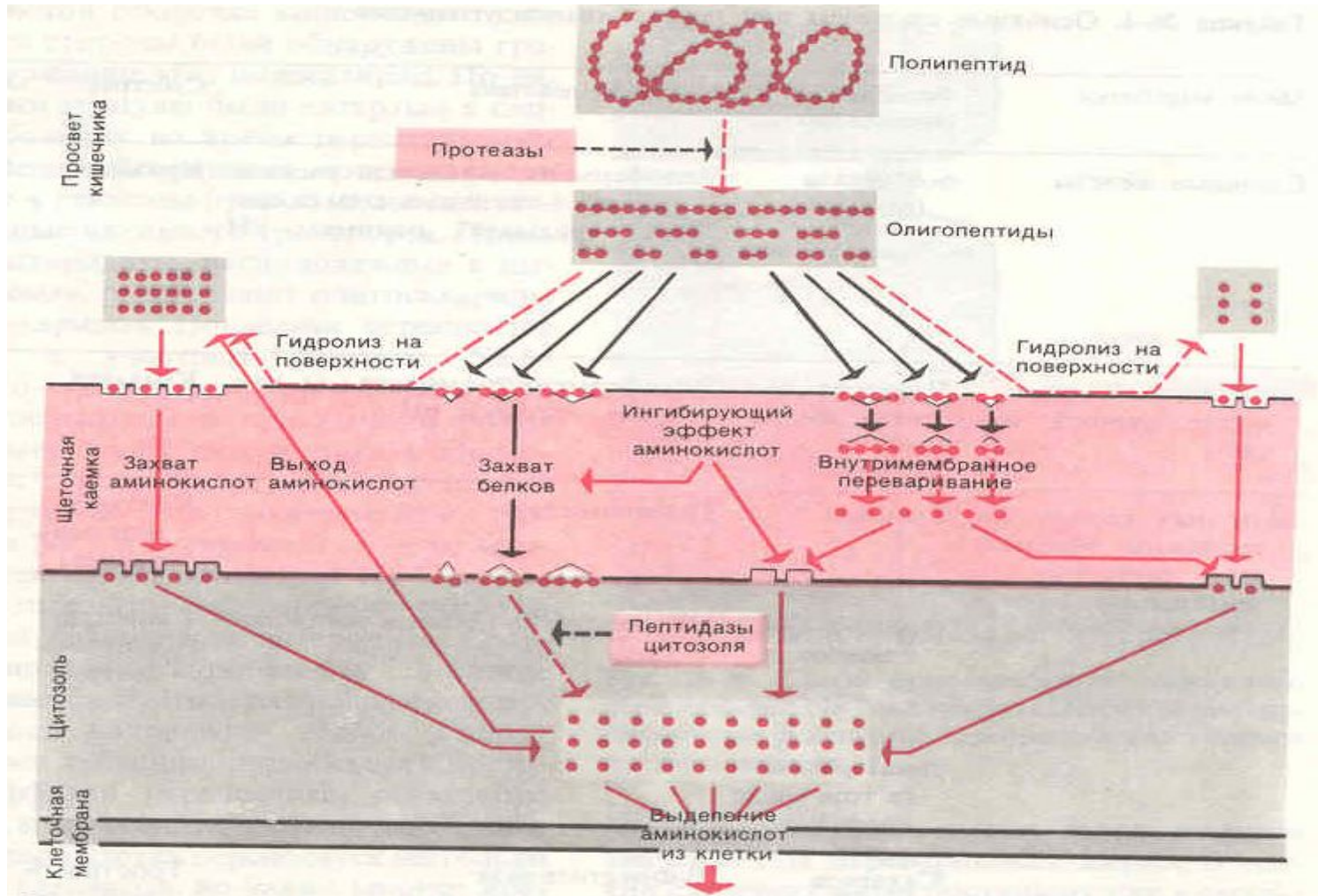
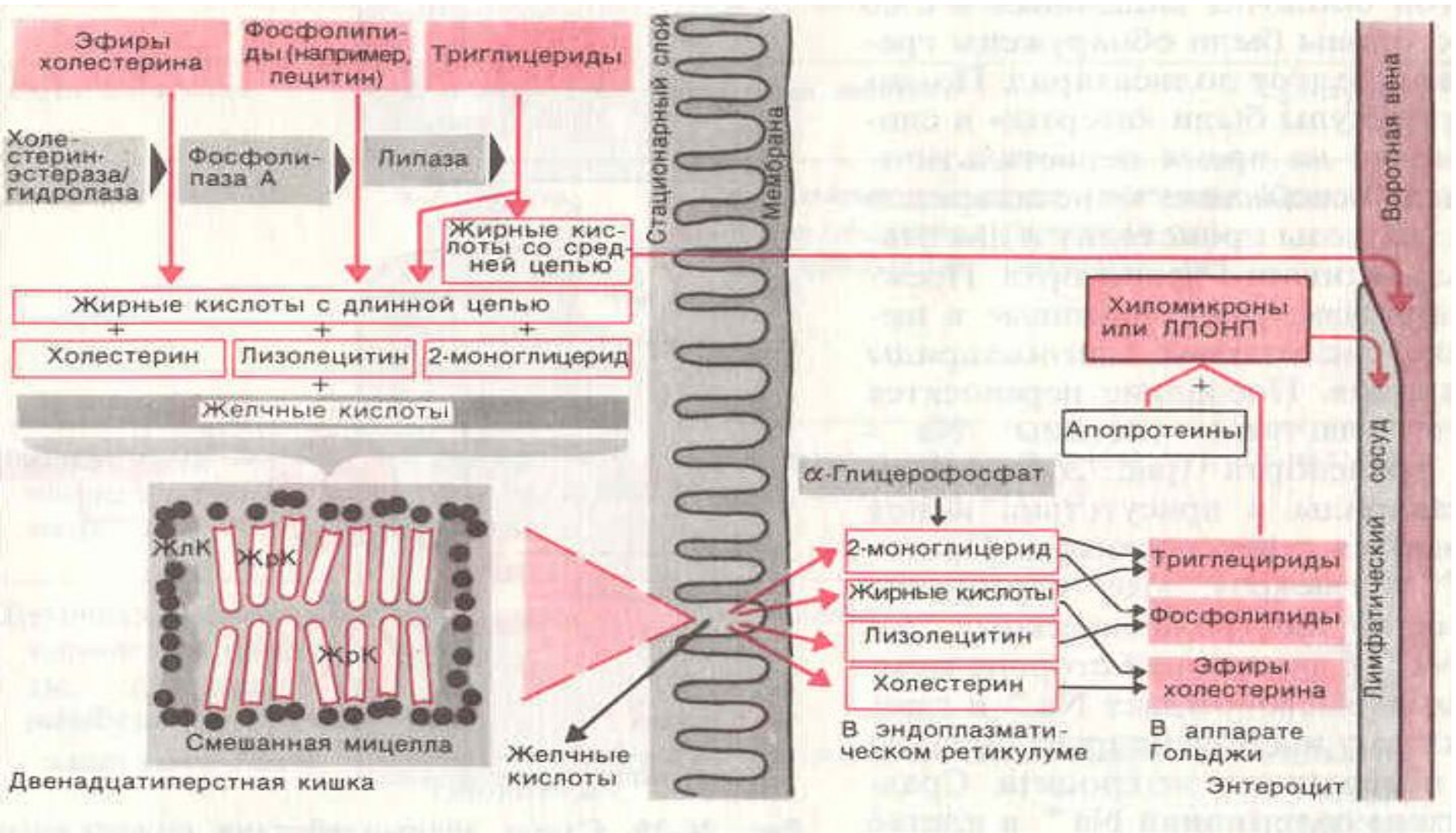
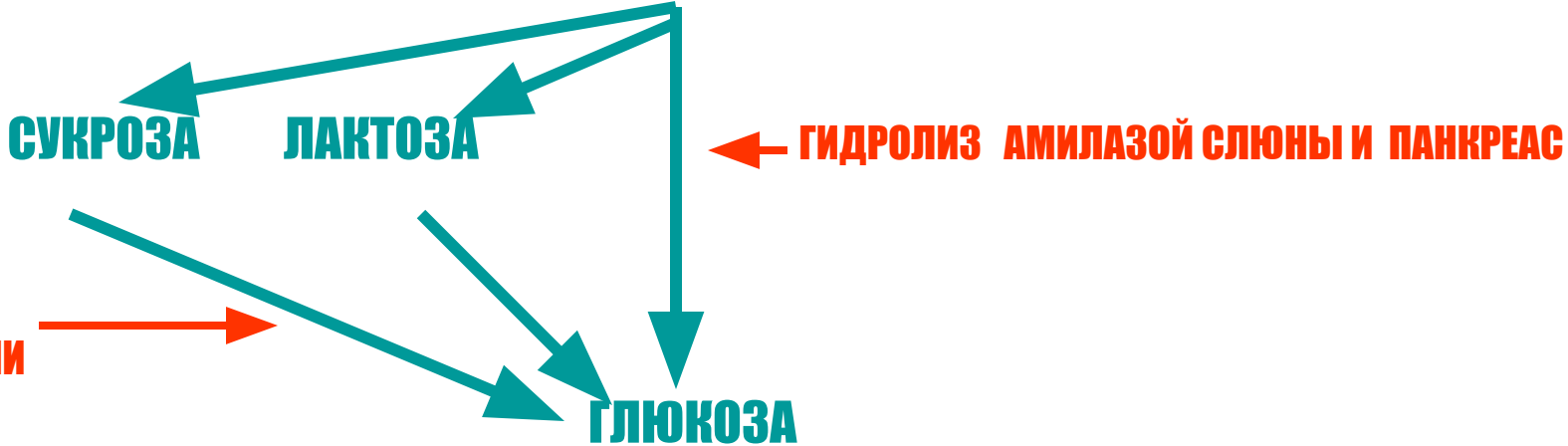


Схема переваривания и всасывания жиров



ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГИДРОЛИЗА И ВСАСЫВАНИЯ УГЛЕВОДОВ

• **КРАХМАЛ, АМИЛОПЕКТИН**

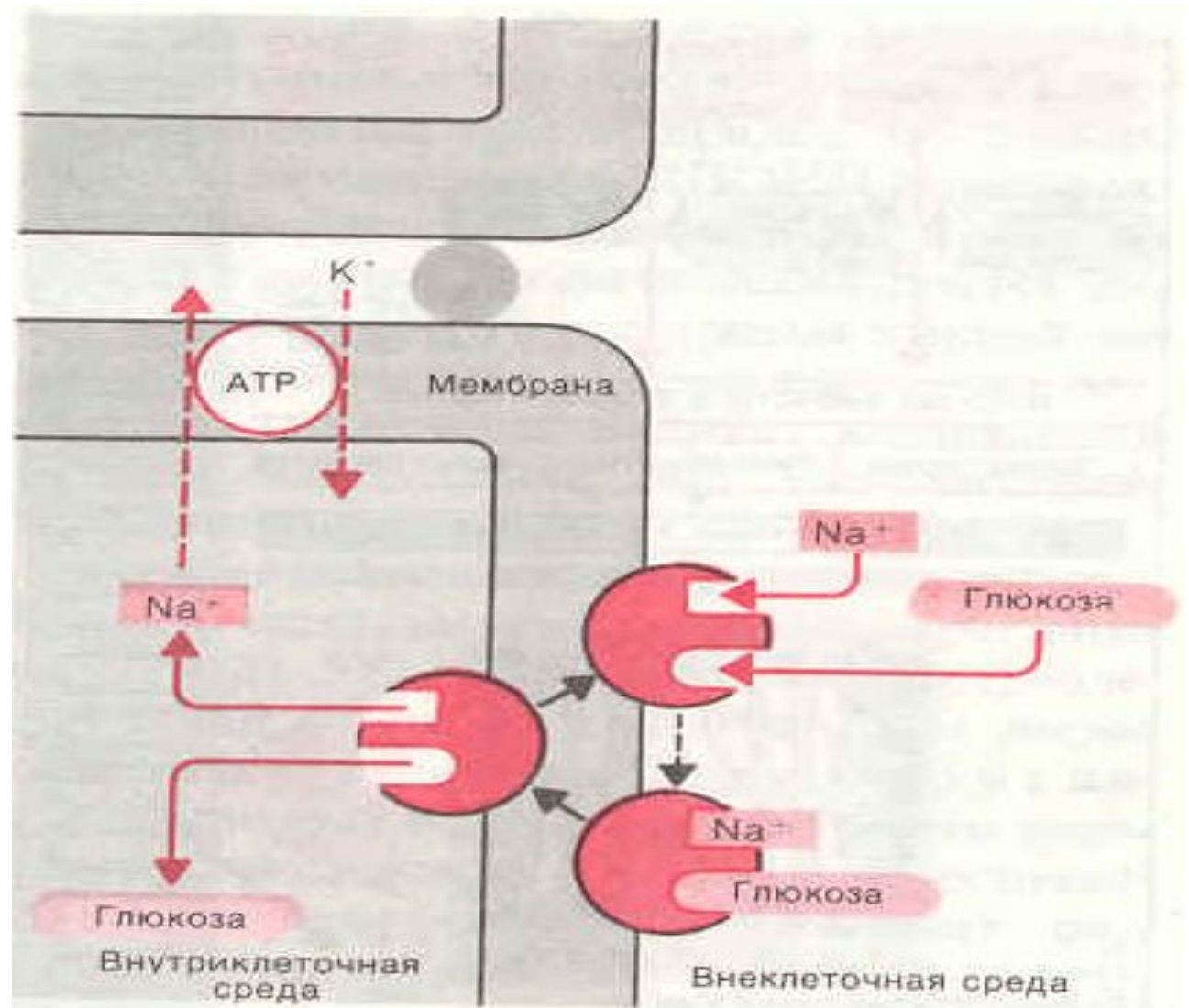


• **ИМПОРТ ГЛЮКОЗЫ И Na⁺ В ЭНТЕРОЦИТ ПЕРЕНОСЧИКОМ**

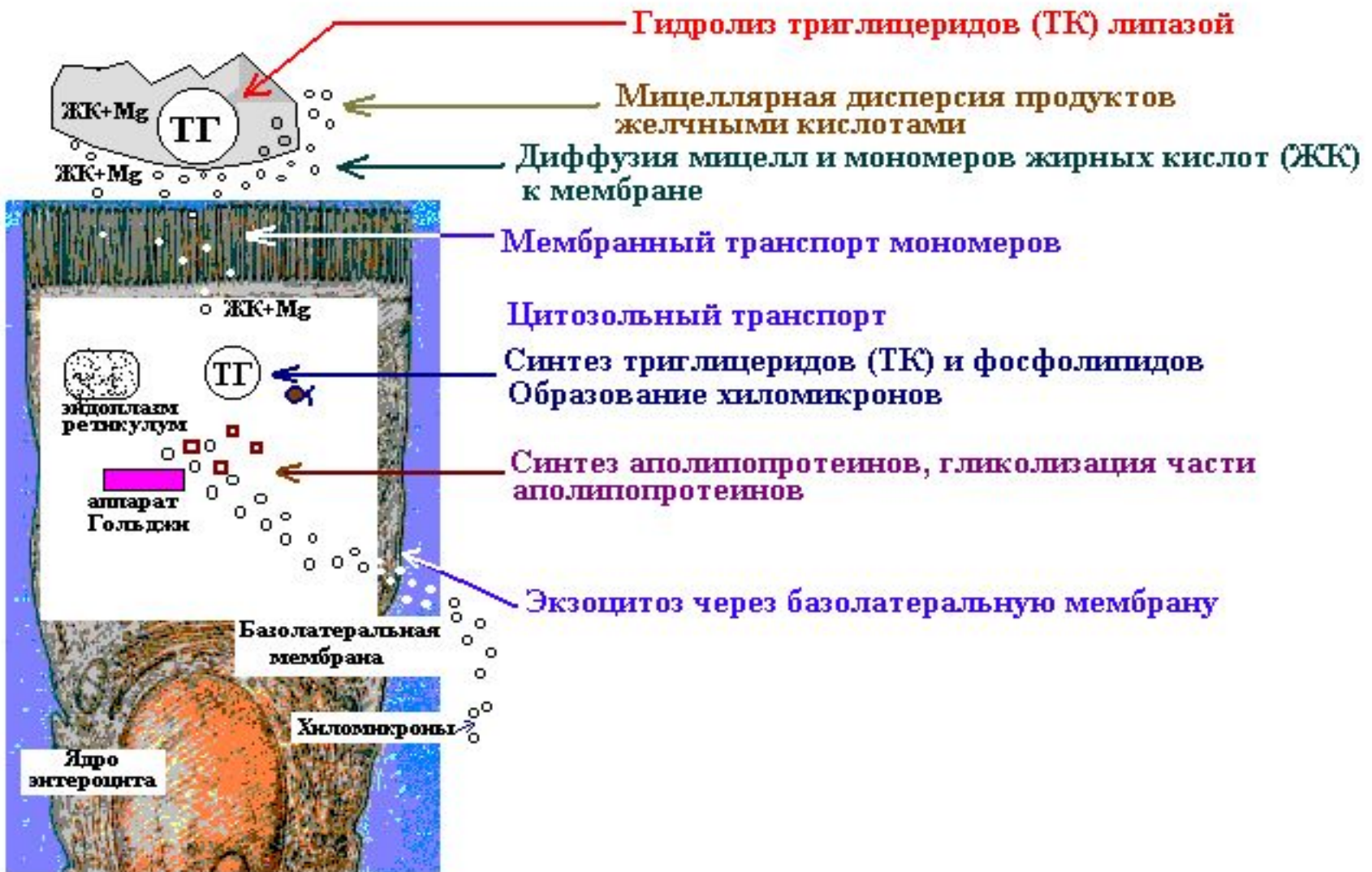
• **ТРАНСПОРТ ИЗ ЭНТЕРОЦИТА БАЗОЛАТЕРАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ**

• **КРОВЬ**

Схема работы переносчика глюкозы



Гидролиз и всасывание жира



Функции желудочно-кишечного тракта.

- **1. Пищеварительная функция**
- **2. Гомеостатическая функция**
- **3. Защитные функции ЖКТ.**

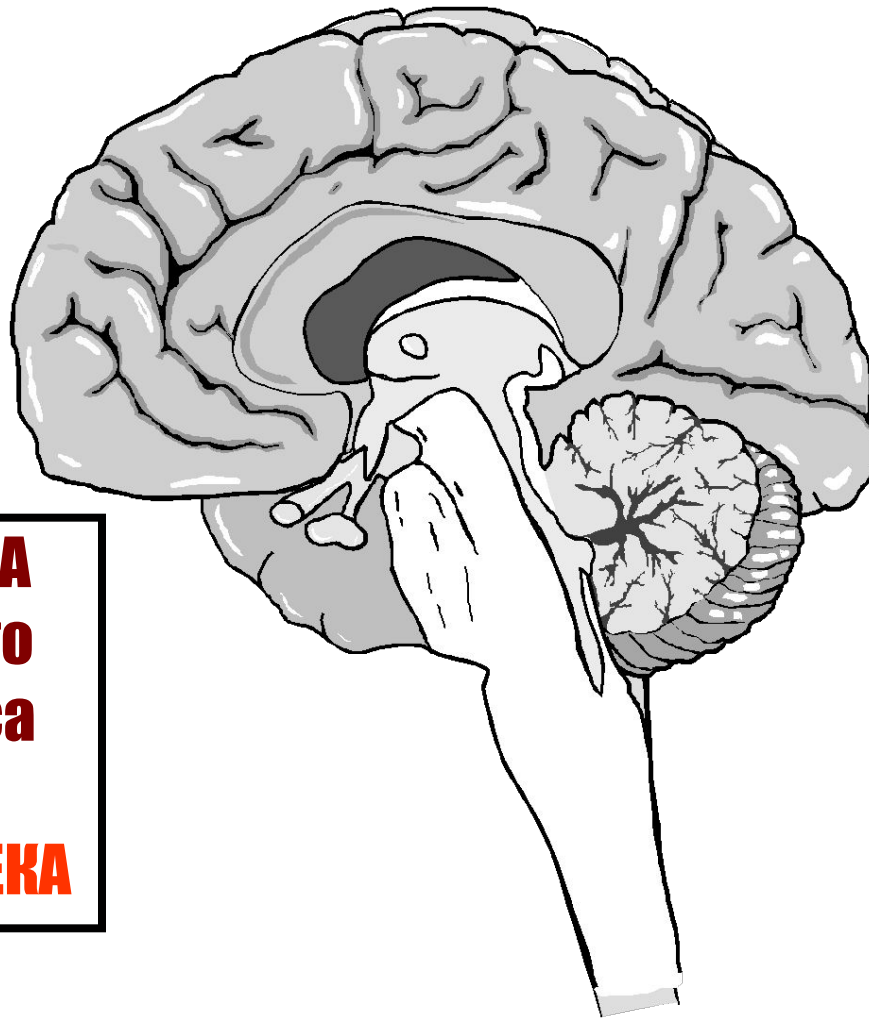
механическая защита

иммунная защита

дезинтоксикация

Соотношение экзогенных и эндогенных продуктов в просвете ЖКТ

ГИПОТАЛАМИЧЕСКИЕ ОТДЕЛЫ ПИЩЕВОГО ЦЕНТРА



ЦЕНТР ГОЛОДА
латерального
гипоталамуса
центр
АНАНДА-БРОБЕКА

ЦЕНТР
НАСЫЩЕНИЯ -
вентромеди-
альные ядра

Теории голода и насыщения

- Локальная теория - голодная моторика
- Гемостатическая теория:
- Глюкостатическая
- Аминоацидостатическая
- Липостатическая
- Термостатическая
- Метаболическая
- Эндокринная теория

НАСЫЩЕНИЕ

- **ВИДЫ НАСЫЩЕНИЯ**

- **Сенсорное**
- **Преабсорбтивное**
- **Постабсорбтивное**

- **ЦЕНТРЫ НАСЫЩЕНИЯ**

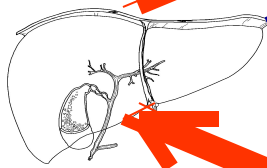
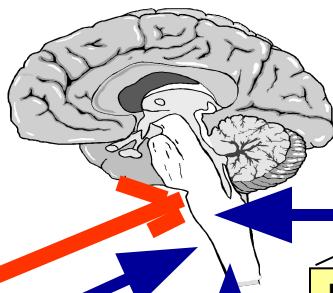
- **Лимбическая система переднего мозга, миндалина**
- **Гипоталамическая зона**
- **Парабрахиальные ядра моста**
- **Зона заднего мозга - NTS, area postrema**

МЕХАНИЗМЫ ПРЕАБСОРБТИВНОГО НАСЫЩЕНИЯ

- **Раздражение механорецепторов желудка при его растяжении**
- **Гормональное раздражение хеморецепторов печени, желудка и кишечника**
- **Гормональные влияния на пищевой центр**
 - **Гормональные эффекты оказывают:**
 - **Бомбезин или гастрин-освобождающий пептид**
 - **Холецистокинин**
 - **Энтероглукагон**

Механизмы активации стволовых структур центра насыщения

– Доступление с кровью бомбезина в area postrema ствола мозга

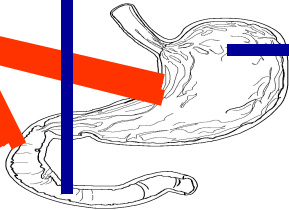


Раздражение бомбезином вагусных нейронов в дуоденум

Раздражение вагусных окончаний при растяжении желудка

Раздражение вагусных окончаний печени энтероглукагоном и холецистокинином

Транспорт в печень бомбезина, холецистокинина и энтероглукагона через воротную вену



Функциональная система питания

