

Физиология пищеварения

Пищеварение в желудке и
кишечнике



План

- Состав и свойства желудочного сока
- Пищеварение в 12-перстной кишке
- Состав и свойства панкреатического, кишечного сока и желчи
- Общие принципы регуляции пищеварения
- Регуляция желудочной секреции
- Регуляция панкреатической секреции и желчевыделения
- Регуляция секреторной и моторной деятельности кишечника

Роль желудка в пищеварении



- Депонирование пищевого содержимого (в среднем 2-3 часа)
- Дальнейшая механическая переработка – формирования химуса
- Химическая переработка – начало гидролиза белков

Состав желудочного сока: pH 1,5-2

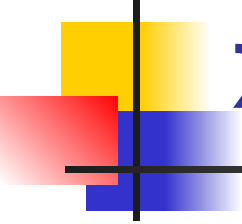
Неорганические вещества:

- Вода;
- Хлориды;
- Сульфаты;
- Фосфаты;
- Гидрокарбонаты
Na, K, Ca,
Mg;
- Аммиак.

Органические КОМПОНЕНТЫ:

- Азотсодержащие
вещества;
- Белки;
- Мукопротеиды;
- Мукопротеазы;
- Ферменты (пепсино-
гены,
мукоиды).

Главные компоненты желудочного сока



- Слизь (вырабатывается добавочными клетками) - защищает слизистую оболочку от механических и химических повреждений. *Гастромукопротеид (внутренний фактор Кастла) способствует всасыванию витамина B12*
- Соляная кислота- вырабатывается париетальными (обкладочными) клетками
- Протеолитические ферменты (протеазы)- вырабатываются главными клетками желёз желудка



Значение соляной кислоты

- Создание оптимальных условий (РН) для действия ферментов
- Активация неактивной формы ферментов
- Бактерицидное действие
- Денатурация и набухание белка-подготовка к перевариванию
- Створаживание молока



Главные ферменты желудочного сока

- Пепсиноген – неактивная форма
- Пепсин – активная форма – гидролизует белки до поли- и олигопептидов:
 1. Собственно пепсин- действует при РН 1,5 – 2,0
 2. Гастриксин – гидролизует животные белки при РН 3,2-3,5
 3. Парапепсины – действуют при РН 5-6, участвуют в створаживании молока (химозин)
- Малоактивная липаза – действует на эмульгированные жиры молока

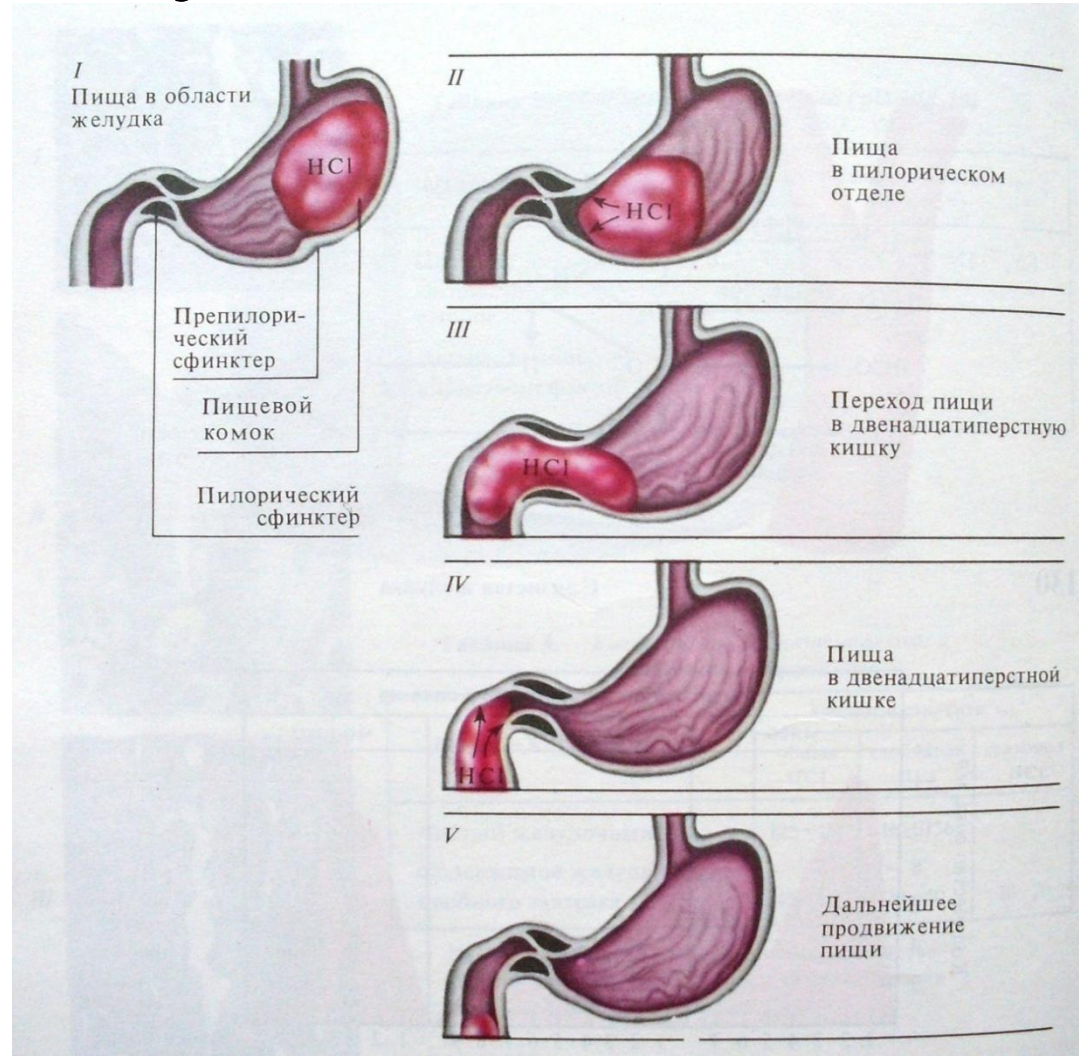


Механизмы эвакуации химуса из желудка

- Градиент давлений
- Моторная деятельность желудка
- Складки слизистой оболочки
- pH отделов желудка («закисление» пилорического отдела)
- Объем и консистенция пищи. Быстрее эвакуируется теплая, измельченная пища, жидкости, молоко, углеводы; медленно - жиры

Механизм перехода пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку

- I-сокращение препилорического сфинктера;
- II-действие HCl на пилорическую часть желудка;
- III-открытие пилорического сфинктера;
- IV-действие HCl на пилорический сфинктер со стороны двенадцатиперстной кишки;
- V-закрытие пилорического сфинктера





Пищеварение в 12-перстной кишке

Данный участок пищеварительного конвейера обеспечивает наиболее активное полостное пищеварение; преобладание полостного и пристеночного пищеварения; гидролиз всех питательных веществ до мономеров осуществляют 3 пищеварительных сока:
поджелудочный, кишечный, желчь

Состав сока поджелудочной железы:

pH 7,5-8,8

98,7% воды



2,3% сухого остатка

- Азотсодержащие вещества;
- Белки;
- Глюкоза;
- Ферменты;
- Гидрокарбонаты;
- Хлориды;
- Соли К, Са, Na.

Ферменты поджелудочного сока

Полный набор ферментов, гидролизующих все питательные вещества от начала до конечных продуктов

- **Протеолитические (протеазы и пептидазы)** – трипсин, химотрипсин, дипептидазы. Вырабатываются в неактивной форме. *Активация предшественников протеаз запускается активацией трипсиногена ферментом энтерокиназой кишечного сока*
- **Карбогидразы**- начинают (амилаза) и завершают (глюкозидаза, мальтаза и др.) гидролиз углеводов. Вырабатываются в активной форме.
- **Липаза** – основная липаза ЖКТ, гидролизует жиры; активируется желчью.

Состав желчи: pH 7,3-8,0

- Желчные кислоты (гликохолевая – 80%, таурохолевая – 20%);
- Желчные пигменты (билирубин и биливердин);
- Комплексное липопротеиновое соединение (фосфолипиды+желчные кислоты+холестерин +белок+билирубин);
- Вода, глюкоза, электролиты, креатинин, витамины, гормоны и др.



Роль желчи в пищеварении

- Активирует липазу панкреатического сока
- Нейтрализует среду в 12-перстной кишке
- Эмульгирует жиры
- Стимулирует секреторную и моторную деятельность ЖКТ
- Способствует всасыванию жиров и жирорастворимых витаминов
- Оказывает бактерицидное действие

Состав кишечного сока: рН 7,2-7,5

Жидкая часть:

- Секрет растворов органических и неорганических веществ;
- Сухой остаток:
 - Неорганические (хлориды, гидрокарбонаты и фосфаты Na, K, Ca);
 - Органические (слизь, белки, аминокислоты, мочевины и др.)

Плотная часть –

желтовато-серая масса, имеющая вид слизистых комков и включающая в себя неразрушенные эпителиальные клетки, их фрагменты и слизь – секрет бокаловидных клеток.



Ферменты кишечного сока

Кишечный сок содержит более 20 ферментов, завершающих гидролиз белков (дипептидазы), углеводов (глюкозидазы, галактозидазы и др. дисахаридазы) на мембране микроворсинок тонкой кишки. По мере удаления от 12-перстной кишки количество и активность собственных ферментов кишечного сока постепенно снижается



Сок толстой кишки

Содержит большое количество слизи и не содержит собственных ферментов. Состав сока определяется действием микрофлоры и её ферментами, под действием которых происходит расщепление клетчатки, гниение и брожение непереваренных белков и углеводов; синтез витаминов.

Основные принципы регуляции пищеварения

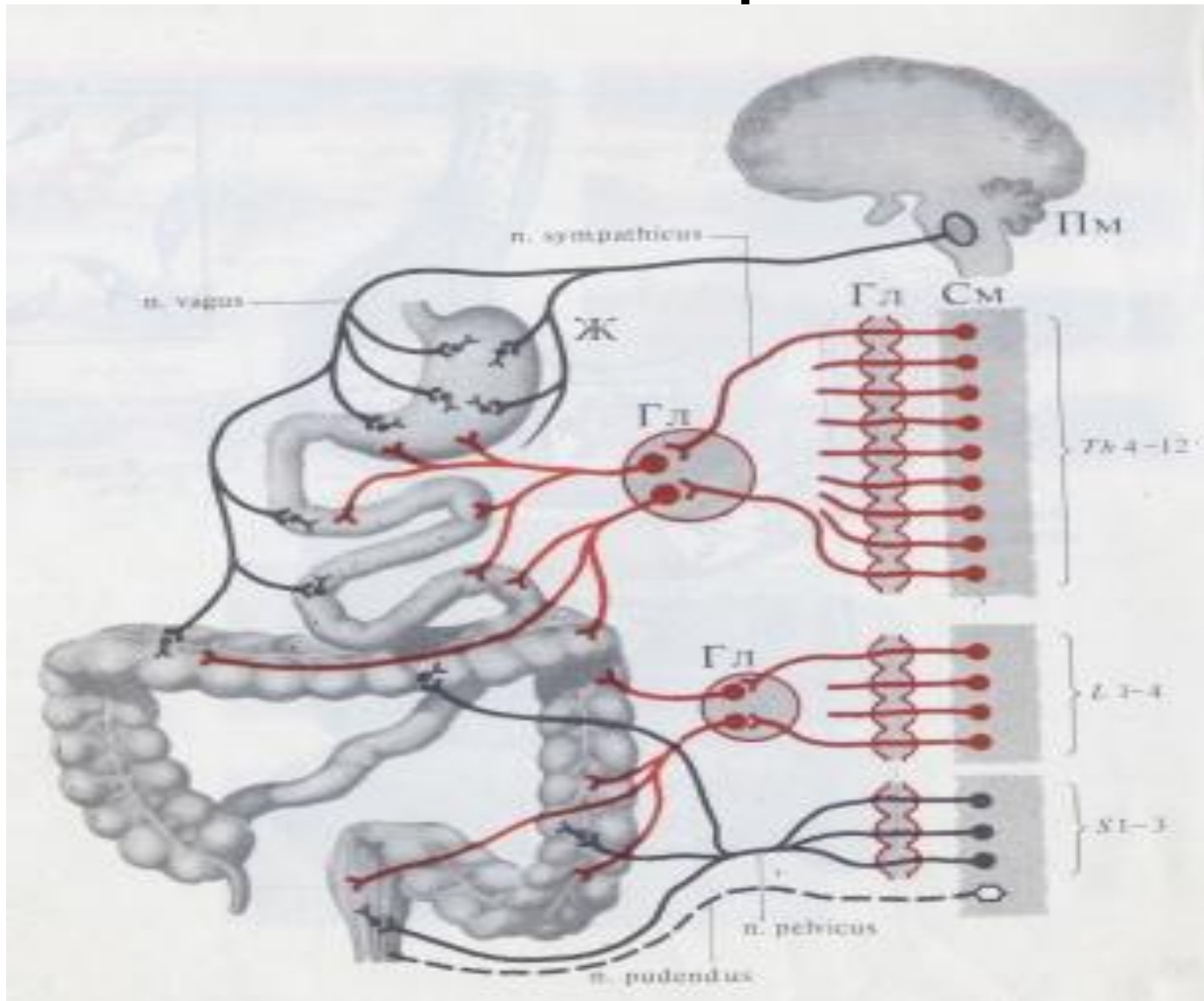
- Секреторная и моторная деятельность ЖКТ запускается приёмом пищи
- Пищеварение определяется потребностью организма в питательных веществах
- На качество и количество пищеварительных соков влияет состав пищи (адаптивный характер секреции)



Регуляция процессов пищеварения:

- Нервная регуляция (влияния симпатической и парасимпатической НС);
- Гуморальная регуляция (влияние биологически-активных веществ – гормонов и нутриентов – продуктов гидролиза пищевых веществ);
- Местная регуляция (с помощью нервных сплетений, находящихся в слизистой оболочке внутренних органов);

Иннервация желудочно-кишечного тракта



Фазы желудочной секреции:

- **Мозговая фаза** - осуществляется рефлекторно через ЦНС с участием условных и безусловных рефлексов;
- **Желудочная фаза** – возникает при раздражении рецепторного аппарата желудка и высвобождении его гуморальных агентов (нейрогуморальная);
- **Кишечная фаза** – опосредуется гуморальными и нервными влияниями с рецепторов кишечника на железы желудка.

Мозговая (сложнорефлекторная)

«Мнимое кормление» по И.П.
Павлову

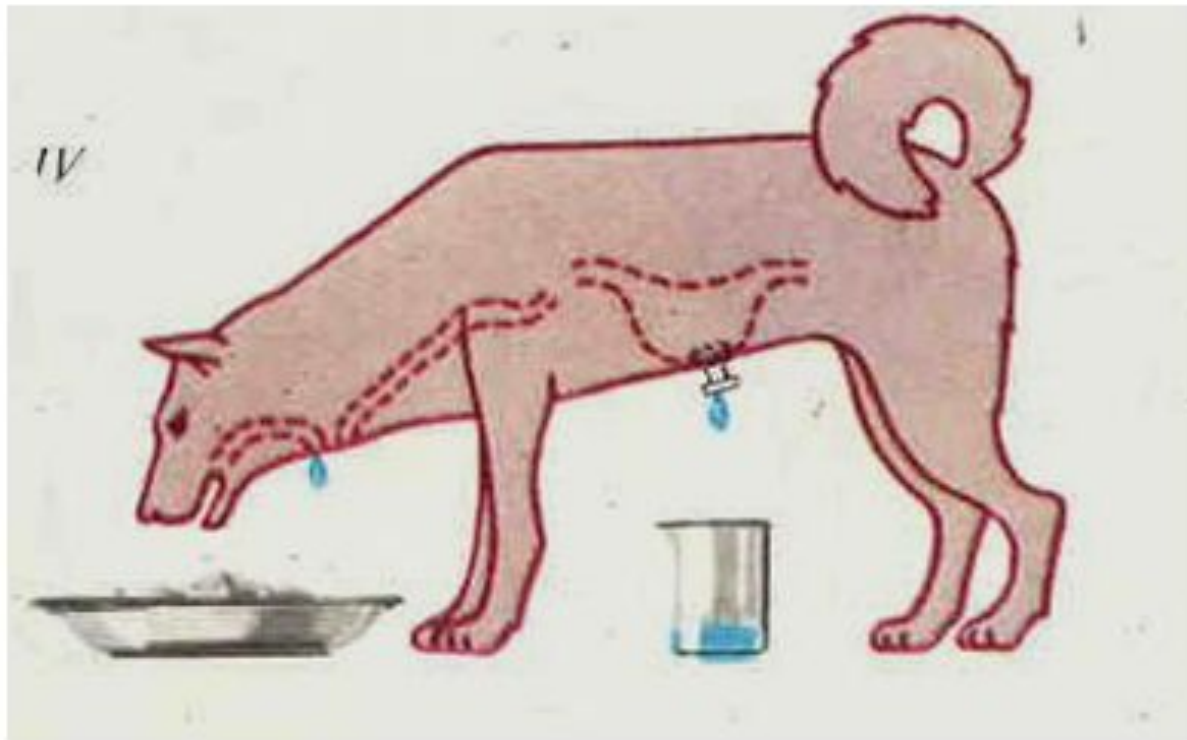
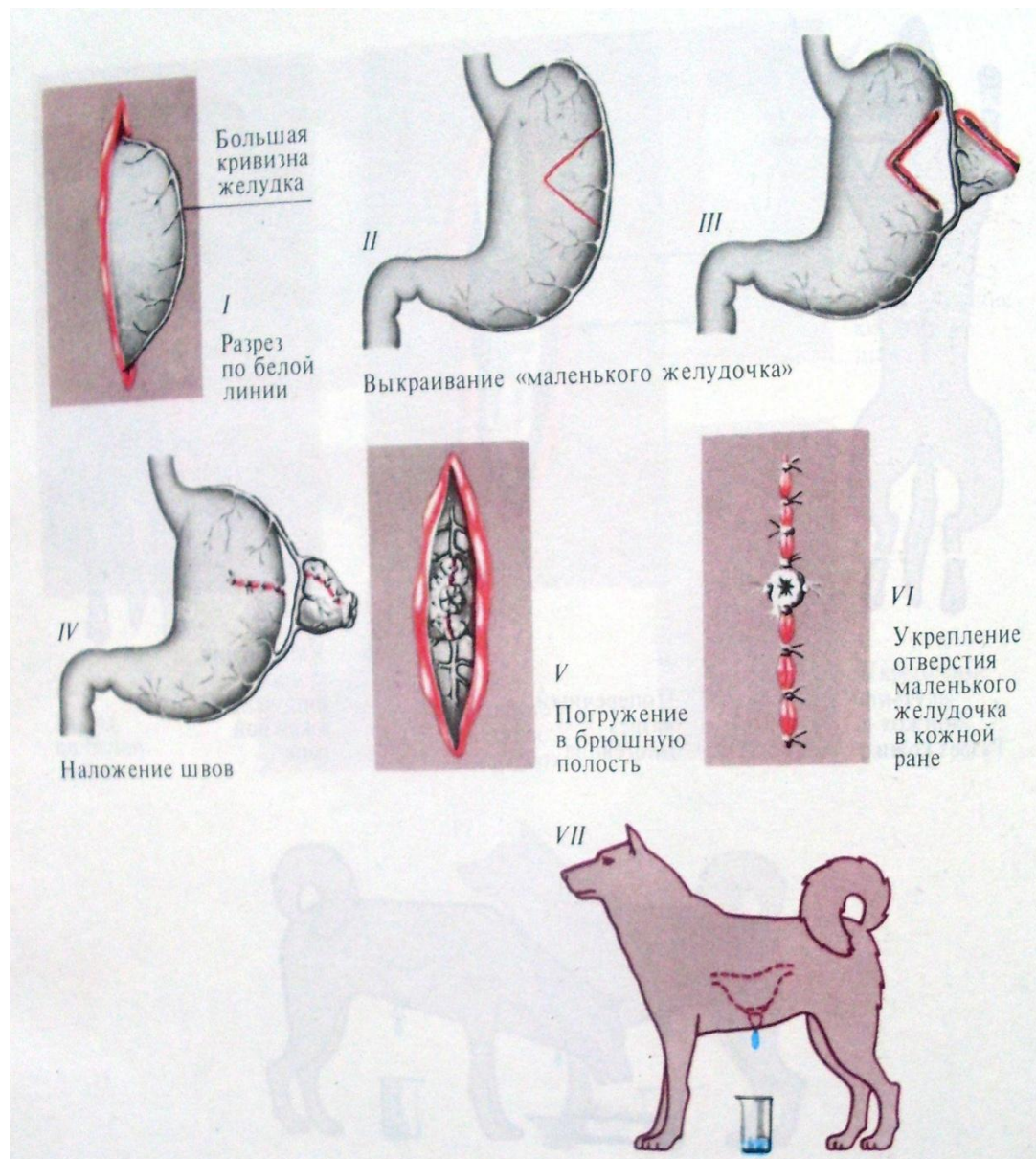


Схема операции изолирован- ного желудочка (по Р. Гейденгайну)

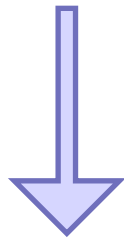




Гуморальная регуляция

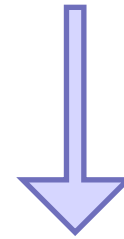
- Гастрин –стимулирует выработку HCl и пепсиногена
- Гистамин –усиливает секрецию HCl
- Бомбезин стимулирует выработку гастрина

Пищевые вещества, влияющие на секреторную функцию желудка



Стимулирующие:

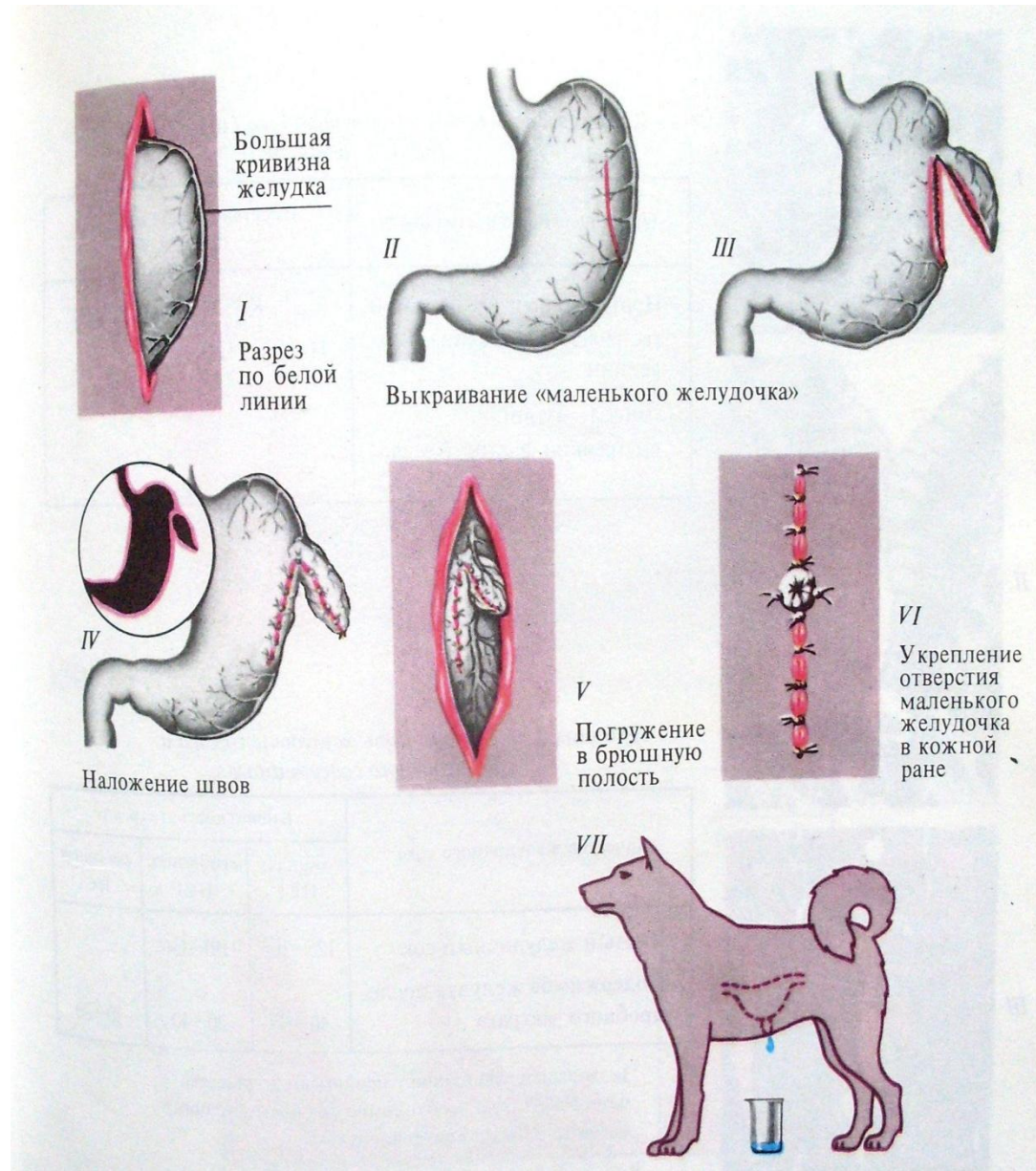
- Белки;
- Растительная пища



Тормозящие:

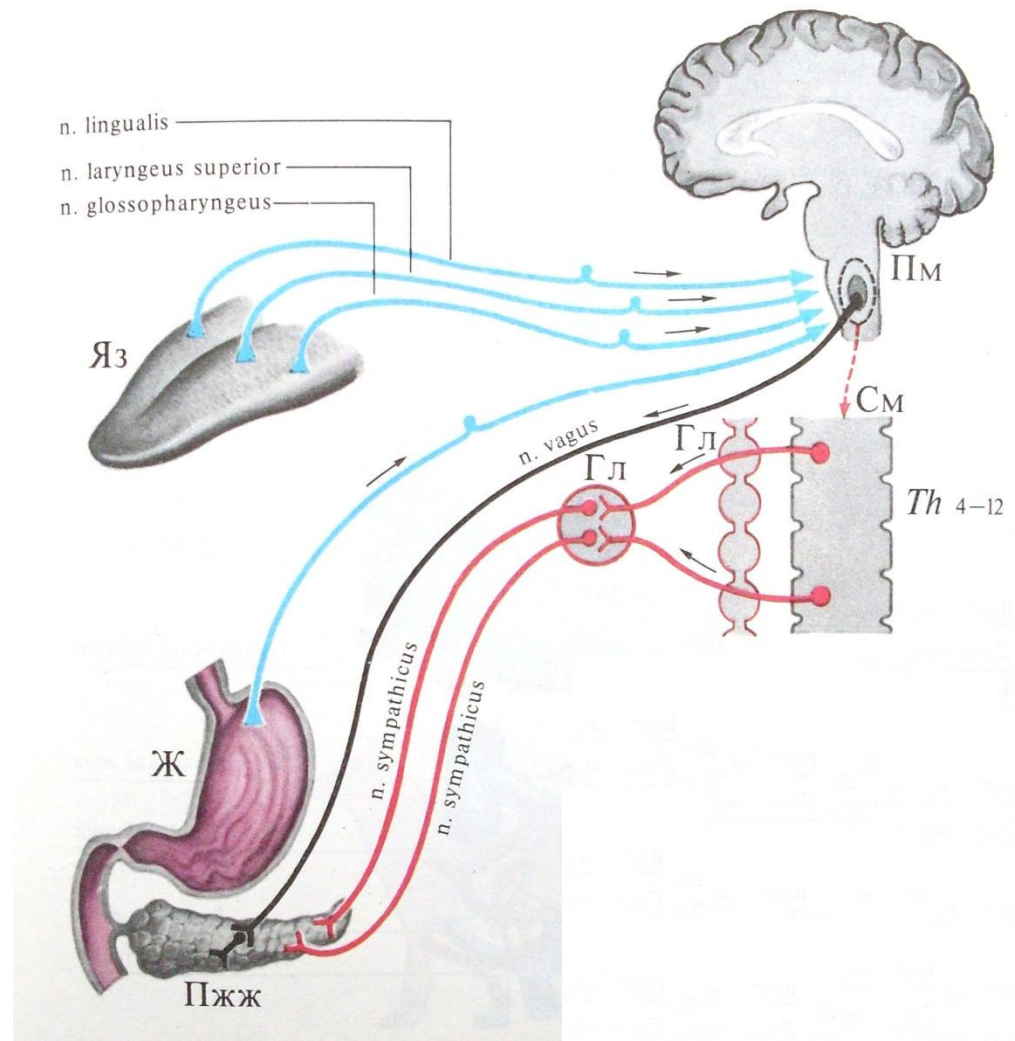
- Жиры;
- Углеводы

Схема операции изолированного желудочка (по И.П. Павлову)



Регуляция секреторной деятельности поджелудочной железы

Иннервация поджелудочной железы осуществляется из солнечного и верхнего брыжеечного сплетений





Гуморальная регуляция

- **Секретин** –вырабатывается эндокринными клетками 12-перстной кишки в неактивной форме (просекретин), активируется соляной кислотой желудочного сока – повышает содержание бикарбонатов в поджелудочном соке
- **Холецистокинин-панкреазимин (ХЦК-ПЗ)** – увеличивает секрецию ферментов в pancreas и желчевыделение. Главный стимулятор - жиры

Регуляция желчеобразования и желчевыделения

Желчеобразование

усиливают:

- Акт еды, принятая пища – продукты растительного и животного происхождения;
- Парасимпатические холинергические воздействия;
- Гуморальные влияния самой желчи, а также секретин, глюкагон, гастрин, ХЦК, простагландины

Желчеобразование

угнетают:

- Симпатические адренергические влияния;
- Гуморальный ингибитор: соматостатин

Желчевыделение

усиливают:

- Парасимпатические влияния блуждающего нерва;
- ХЦК, вызывающий сокращения желчного пузыря;
- Гастрин, секретин, бомбезин

Желчевыделение угнетают:

- Гуморальные ингибиторы: глюкагон, кальцитонин, антиХЦК, VIP, пептид РР

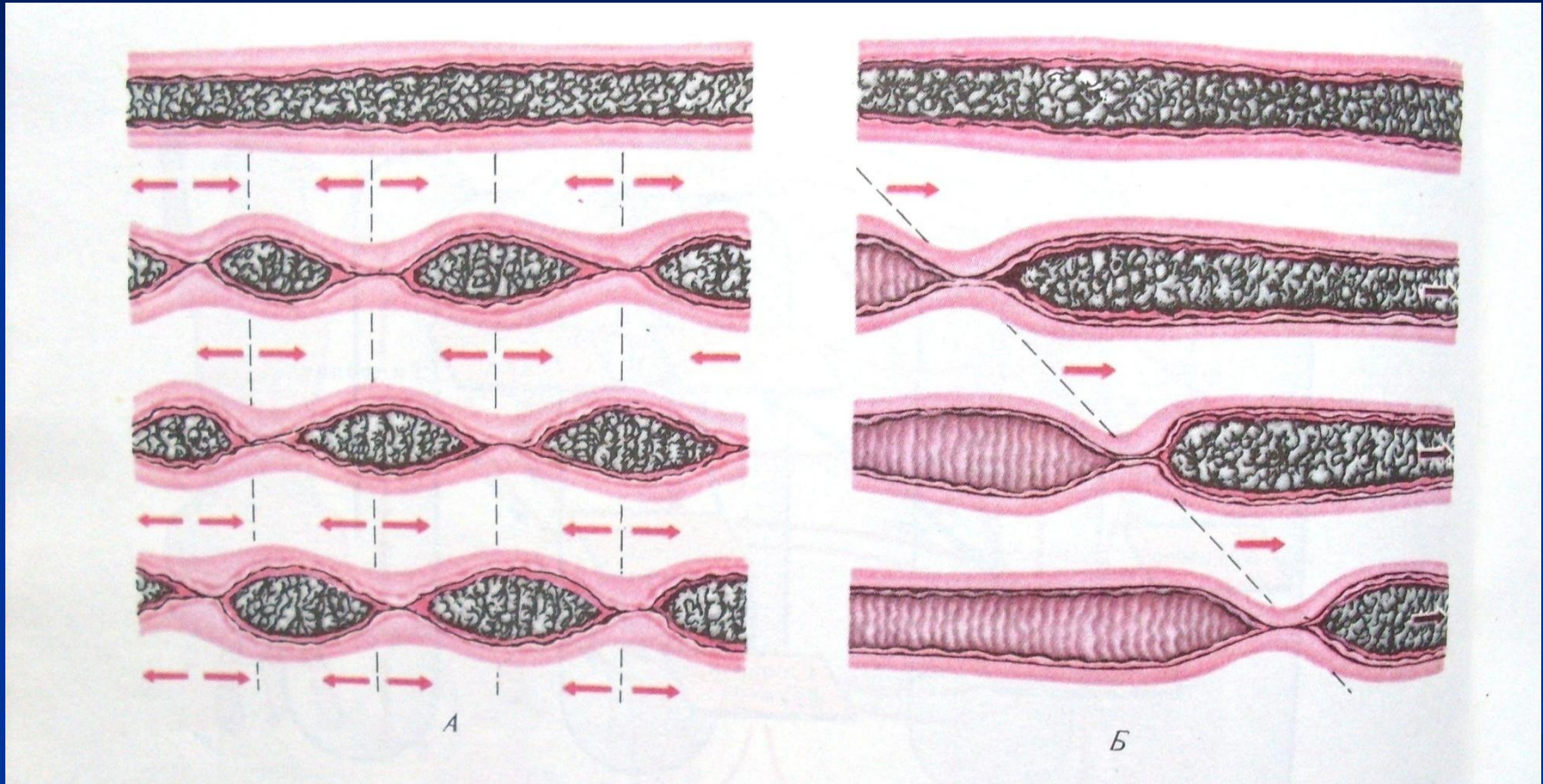


Регуляция кишечной секреции

Выражена только кишечная фаза секреции; основные механизмы – гуморальный и местный рефлекторный

Регуляция моторики кишечника осуществляется центральными и местными нервными механизмами, гуморальными факторами

Виды моторики тонкой и толстой кишки:



А - маятникообразные движения (ритмическая сегментация);
Б - перистальтические движения

Регуляция моторики тонкой и толстой кишки:



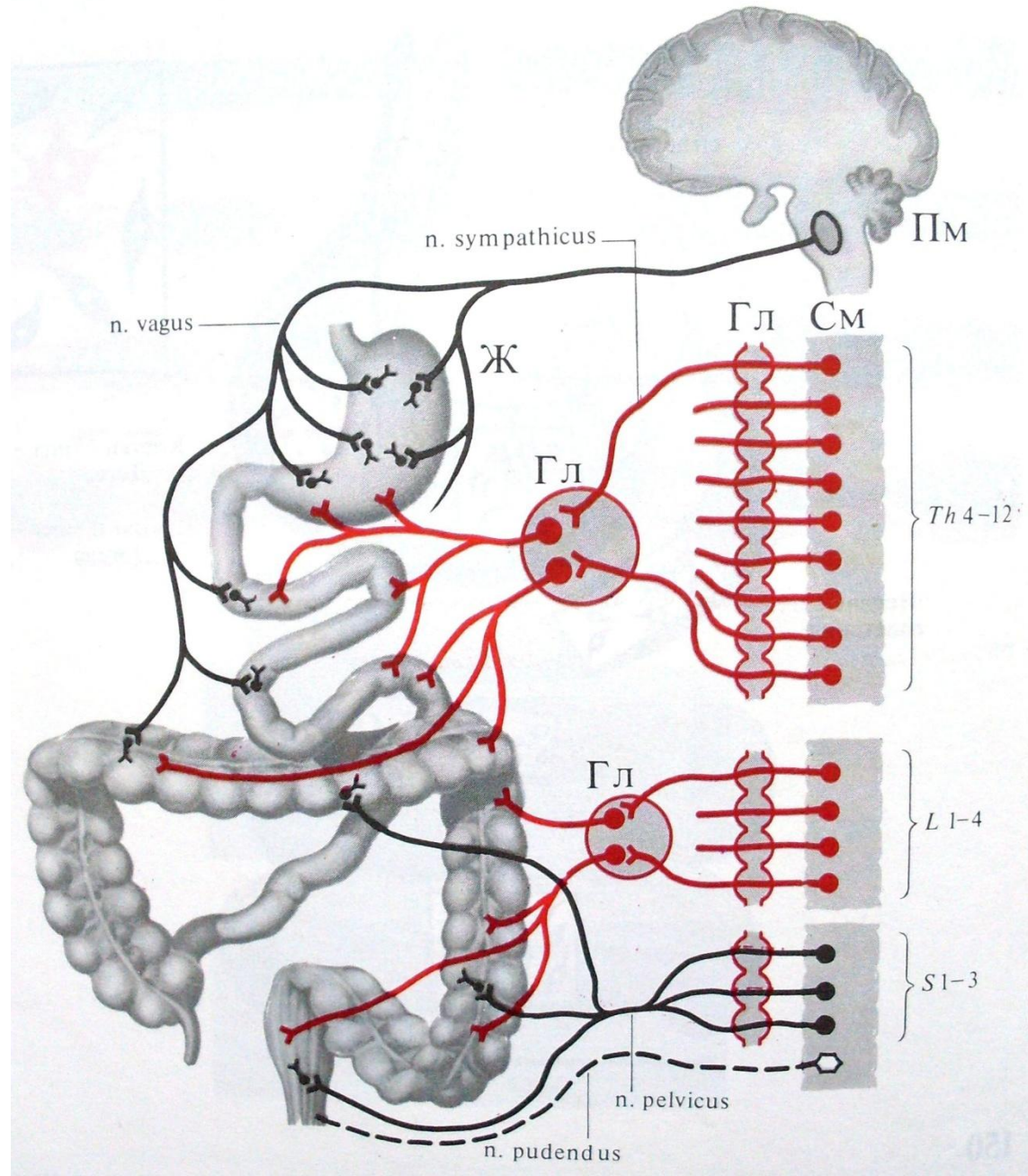
Моторика тонкой кишки:

- Миогенные механизмы;
- Влияние парасимпатических (усиление) и симпатических (торможение) волокон;
- Жиры, кислоты, щелочи, соли усиливают моторику;
- Гуморальные влияния:
усиливают – серотонин, гистамин, гастрин, мотилин, ХЦК, вещество P, вазопрессин, окситоцин, брадикинин;
тормозят – секретин, VIP, GIP

Моторика толстой кишки:

- Влияние парасимпатических (усиление) и симпатических (торможение) волокон;
- Раздражение механорецепторов прямой кишки тормозит моторику толстой кишки;
- Гуморальные стимуляторы: гастрин, ХЦК, вещество P;
- Гуморальные ингибиторы: серотонин, адреналин, глюкагон

Иннервация всех отделов тонкой кишки осуществляется из солнечного и верхнего брыжеечного сплетений, а иннервация толстой кишки – из верхнего и нижнего брыжеечных сплетений



Гормоны, влияющие на деятельность ЖКТ

<i>Гормон</i>	<i>Место синтеза</i>	<i>Физиологический эффект</i>
Гастрин	Желудок	Усиливает секрецию желудка и поджелудочной железы, моторику желудка, тонкой и толстой кишки
Секретин	Тонкая кишка	Увеличение секреции гидрокарбонатов поджелудочной железой, стимуляция действия ХЦК на поджелудочную железу, торможение секреции HCl в желудке и его моторики, усиление желчеобразования и секреции тонкой кишки
Холецистокинин ХЦК	Тонкая кишка	Усиление моторики желчного пузыря и секреции ферментов поджелудочной железой, торможение секреции HCl и моторики желудка, усиление секреции пепсиногена, моторики тонкой и толстой кишки

GIP	Тонкая кишка	Глюкозозависимое усиление высвобождения поджелудочной железой инсулина, торможение секреции и моторики желудка путем снижения синтеза гастрина, усиление кишечной секреции
Мотилин	Тонкая кишка	Усиление моторики желудка и тонкой кишки, секреции пепсиногена желудком, секреции тонкой кишки
Нейротензин	Толстая и тонкая кишка	Торможение секреции HCl желудком, усиление секреции поджелудочной железой, стимуляция эффектов секретина и ХЦК
Пептид РР (панкреатический)	Поджелудочная железа	Антагонист ХЦК. Торможение секреции ферментов и гидрокарбонатов поджелудочной железой, усиление моторики желудка и тонкой кишки, релаксация желчного пузыря
Энтероглюкагон	Тонкая кишка	Мобилизация углеводов, торможение секреции желудка и поджелудочной железы, моторики желудка и кишечника
Пептид YY	Тонкая кишка	Торможение секреции желудка и поджелудочной железы

Вазоинтестинальный пептид VIP	Желудок	Расслабление гладких мышц кровеносных сосудов органов ЖКТ, расслабление желчного пузыря, сфинктеров, торможение секреции желудка, усиление секреции гидрокарбонатов поджелудочной железой, усиление кишечной секреции
Гастрин-рилизинг-фактор	Желудок	Эффекты гастрина и ХЦК, усиливает высвобождение ХЦК
Химоденин	Желудок, тонкая кишка	Стимуляция секреции поджелудочной железой химотрипсиногена
Субстанция P	Желудок, кишечник	Усиление моторики кишечника, слюноотделения, секреции поджелудочной железы, торможение всасывания Na^+
Энкефалин	Желудок, кишечник	Торможение секреции ферментов поджелудочной железой и желудком
Серотонин	Желудок, кишечник	Стимуляция моторики кишечника, слюноотделения, угнетение всасывания Na^+

Соматостатин	Поджелудочная железа, желудок, кишечник	Подавляет секрецию пепсина в желудке, тормозит моторику тонкой кишки
Инсулин	Поджелудочная железа	Увеличивает проницаемость мембран клеток для глюкозы
Глюкагон	Поджелудочная железа	Мобилизует запасы гликогена и переводит его в глюкозу
Вилликинин	Тонкая кишка	Стимулирует движение ворсинок тонкого кишечника