



1904 г. - И.П. Павлов первый лауреат Нобелевской премии в области теоретической медицины за работы по изучению механизмов пищеварения

# ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

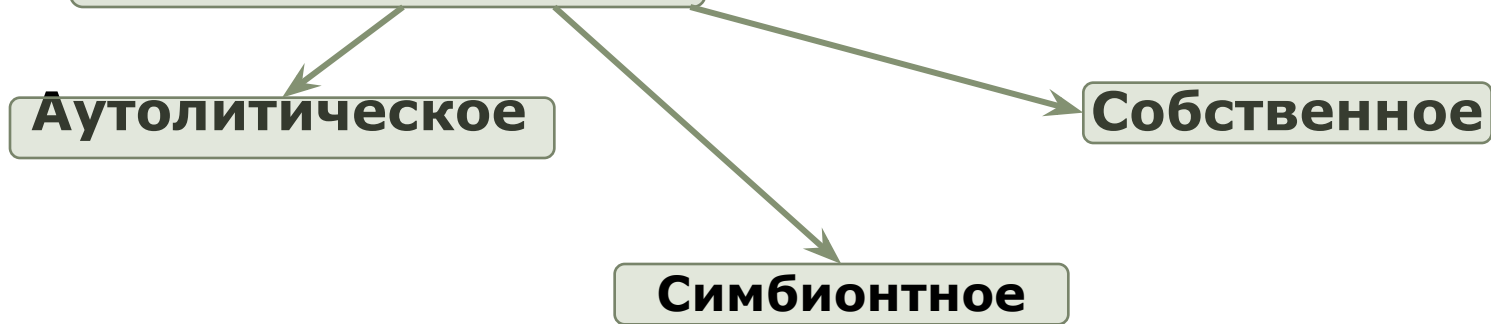
- Общие представления о процессе пищеварения. Типы пищеварения.
- Пищеварение в ротовой полости. Регуляция слюноотделения.
- Пищеварение в желудке. Фазы секреции желудочного сока.
- Пищеварение в тонком кишечнике. Значение соков поджелудочной железы и кишечника, желчи. Регуляция секреторной и моторной функций.
- Всасывание.
- Пищеварение в толстом кишечнике.
- Системные механизмы голода и насыщения.



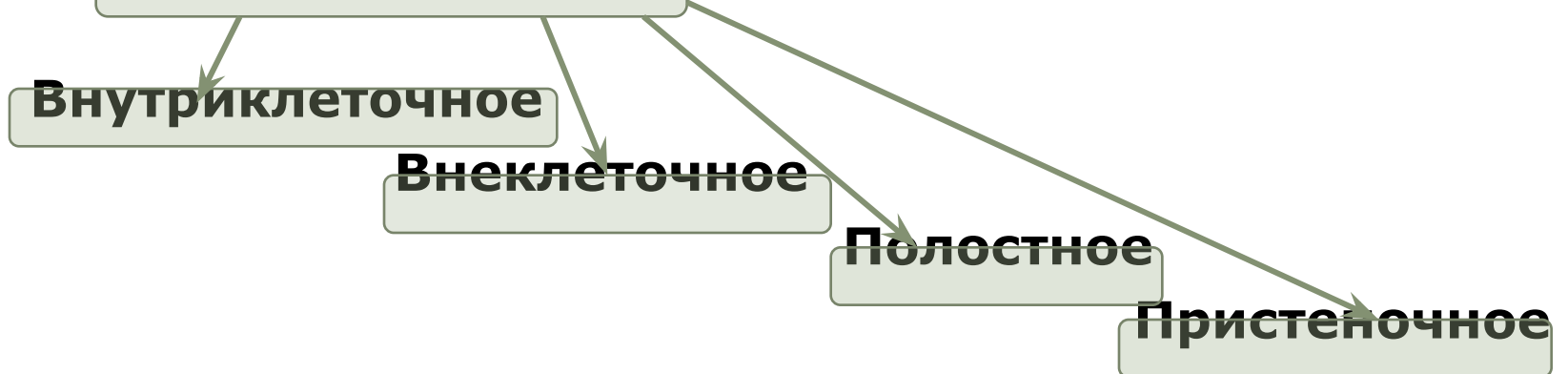
**Пищеварение** - начальный этап ассимиляции пищи, состоящий в превращении пищевых веществ в компоненты, лишенные видовой специфичности, способные к всасыванию и участию в промежуточном обмене

- Пища – (alimentum) – продукты питания в естественном виде или подвергнутые специальной обработке; содержат вещества, необходимые организму для восполнения совершаемых в процессе его жизнедеятельности затрат веществ и энергии.
- Пищевые вещества – (nutrientia) – нутриенты – органические и неорганические вещества (белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, витамины, минеральные вещества), входящие в состав пищевых продуктов и используемые организмом для обеспечения жизнедеятельности.

- **Типы пищеварения** (по происхождению ферментов)

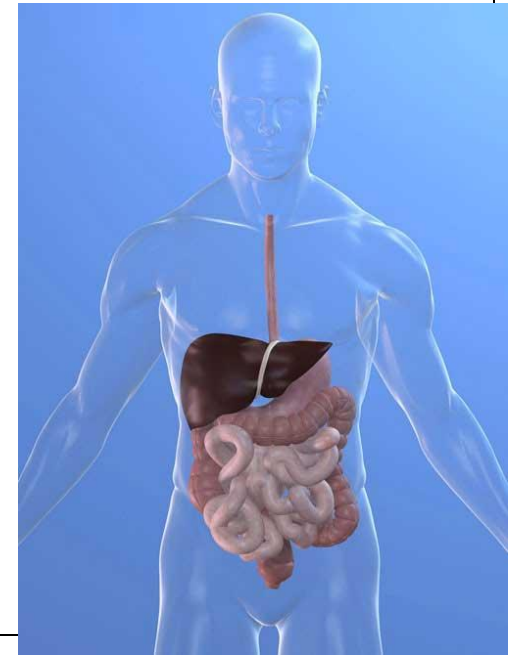


- **Типы пищеварения** (по локализации гидролиза)



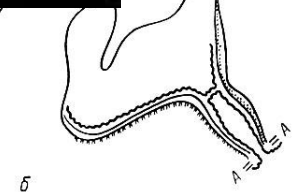
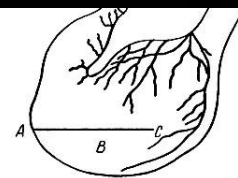
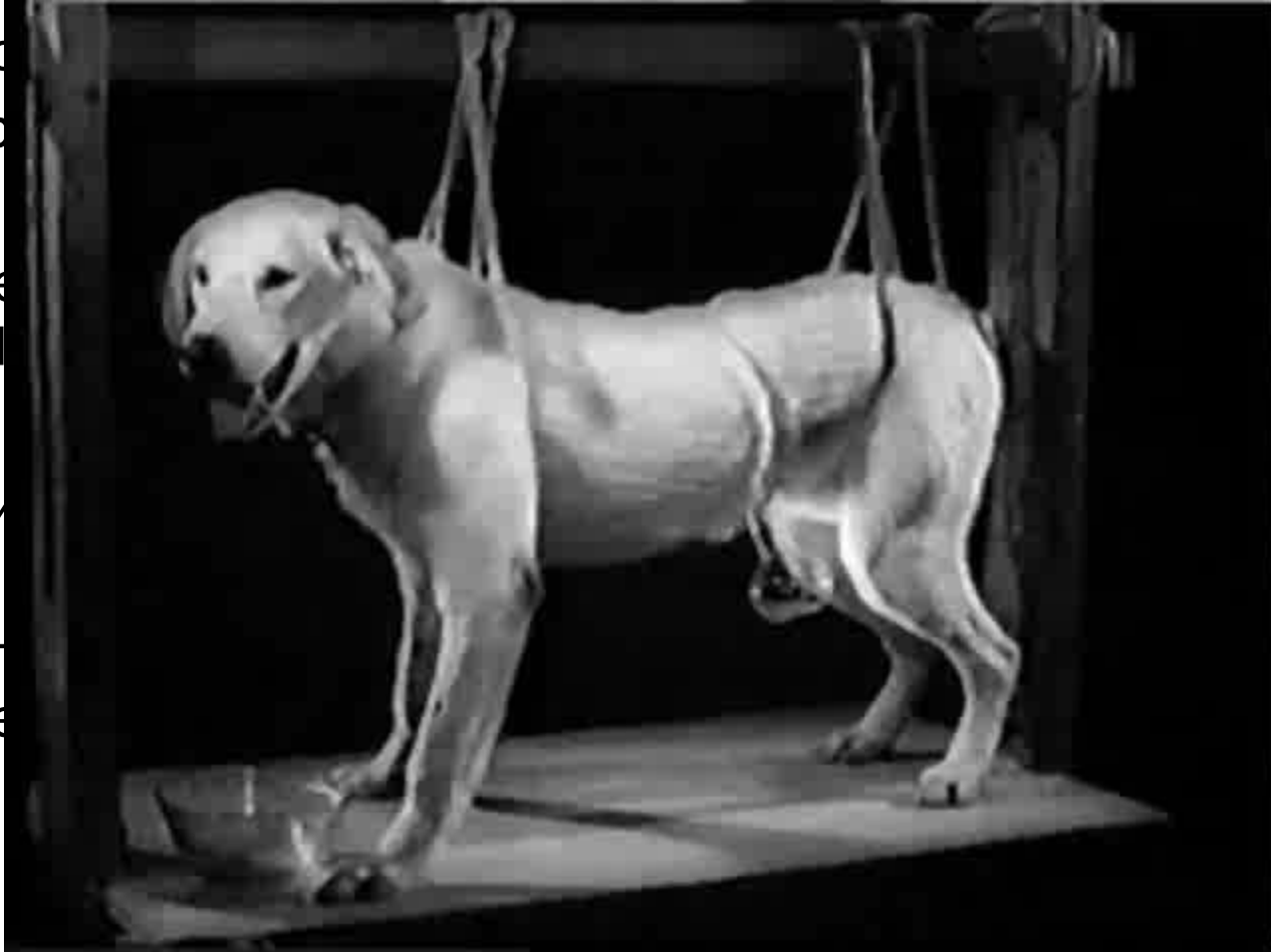
# ***Функции пищеварительного тракта***

- Секреторная
- Моторная
- Всасывательная
- Экскреторная
- Эндокринная
- Поддержание кислотно-основного состояния
- Регуляция водно-солевого гомеостаза
- Эритропоэз
- Защитная (бактерицидная)
- Иммунная

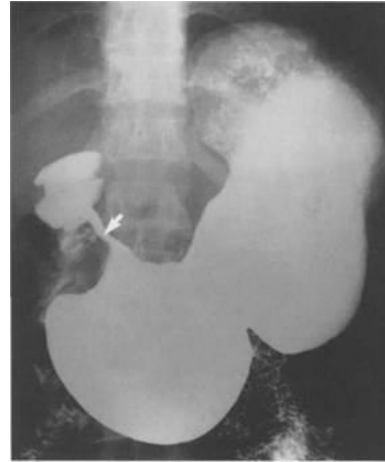
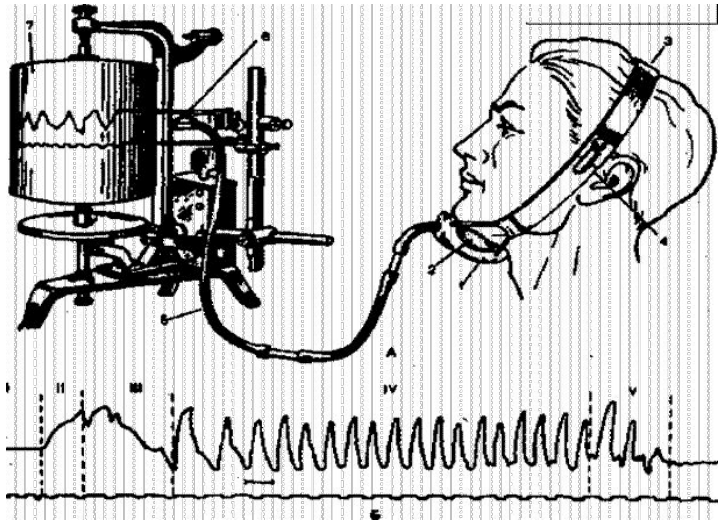


# Методы изучения функций пищеварительного тракта

- Ос
- Хр
- Ме  
(И
- Фи
- Оп  
же



# Методы изучения функций пищеварительного тракта (у человека)

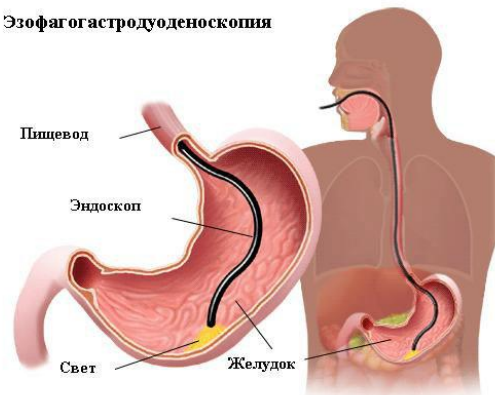


- Мастокациография
- Изучение секреторной функции слюны
- Зондовые и беззондовые методы
- Электрогастрография
- Эндоскопия
- Рентгенография
- УЗИ органов брюшной полости
- КТ



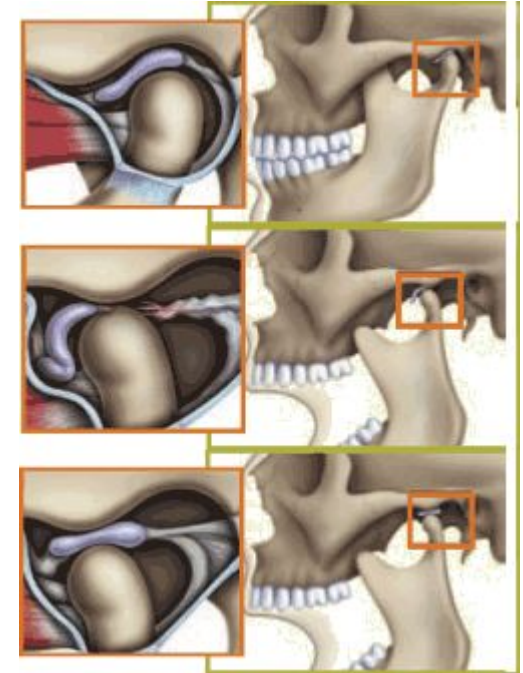
Исследование слюны у человека с помощью капсулы Лешле-Красногорского

Эзофагогастродуоденоскопия

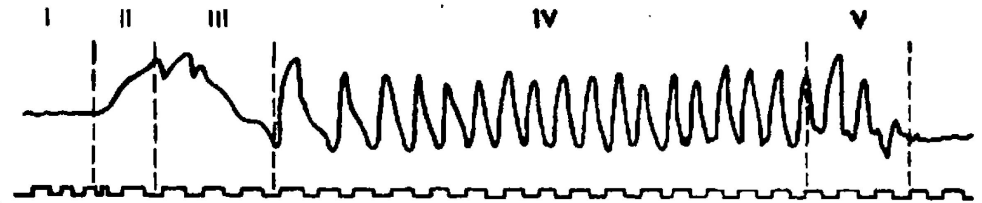


# Пищеварение в ротовой полости (15-18 с)

- Измельчение
- Смачивание слюной
- Анализ вкусовых свойств пищи
- Начальный гидролиз некоторых пищевых веществ
- Формирование пищевого комка
- Жевание (покой, введение пищи в рот, ориентировочное жевание, основное жевание, формирование пищевого комка и глотание)

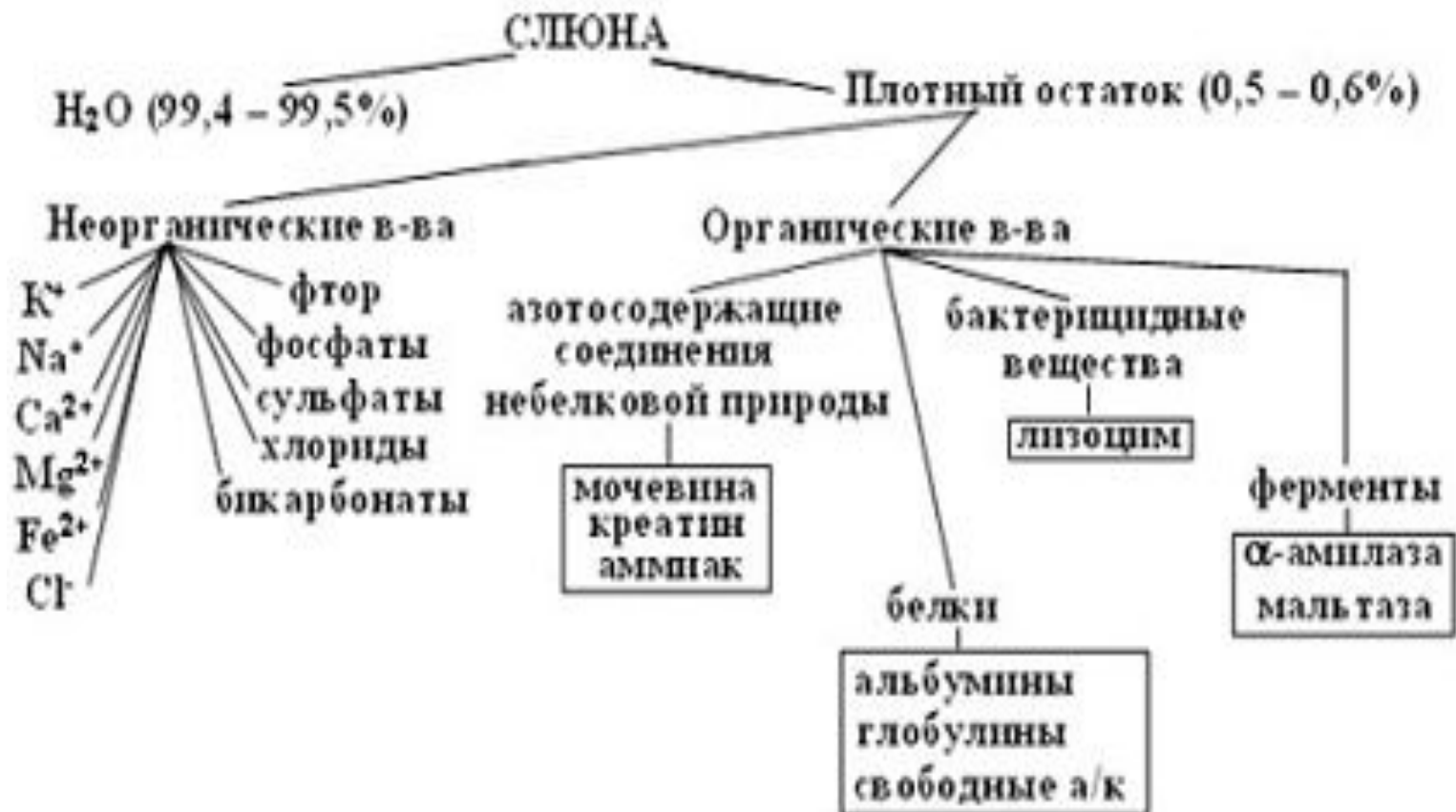


- Кимограмма жевательного периода (по И.С. Рубинову)



# Слюноотделение. Состав и функции слюны

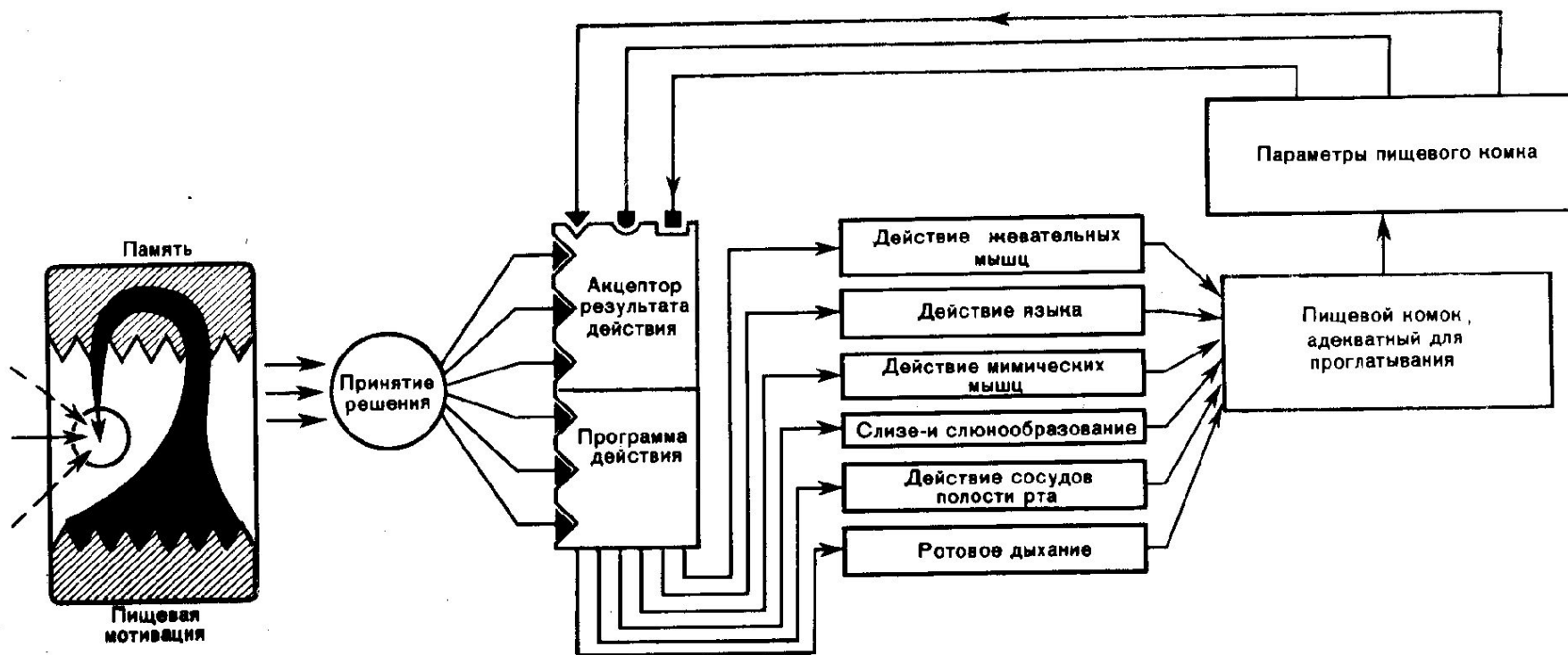
- Плотность – 1,001-1,017
- рН смешанной слюны – 5,8-7,4
- Околоушных рН - 5,8
- Подчелюстных рН – 6,39





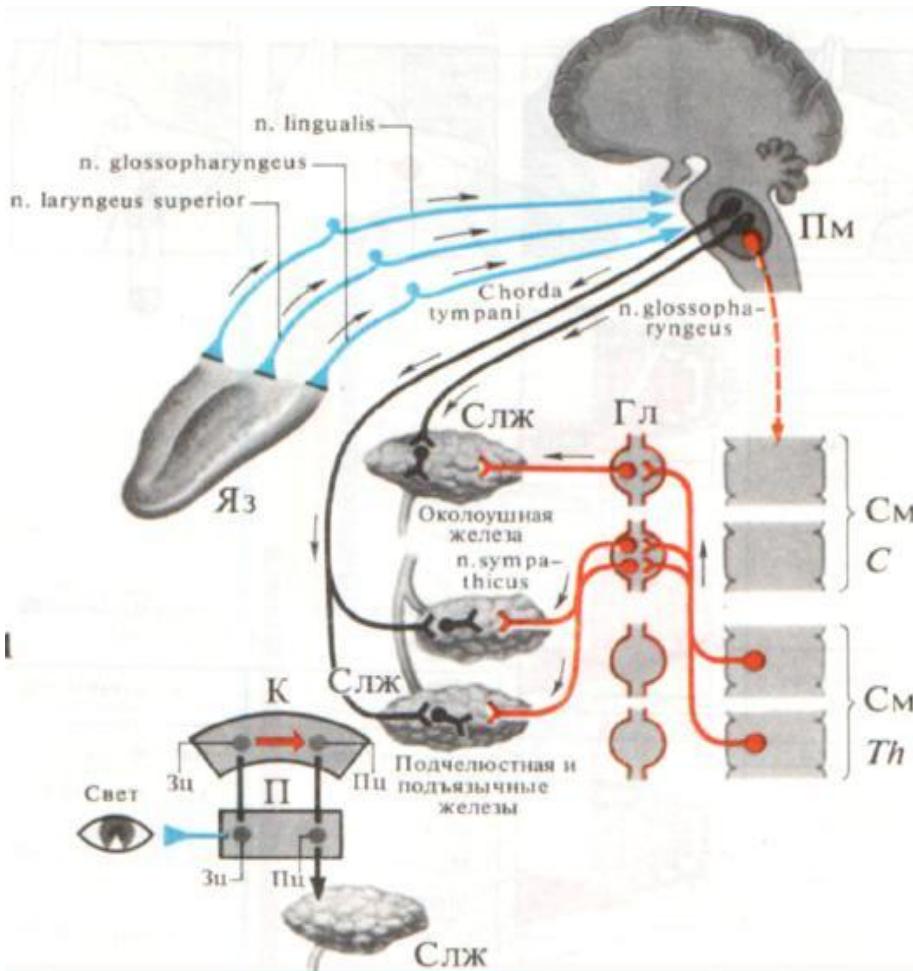
# Функции слюны:

- **Смачивание** пищи
- **Ферментативная** (начальный гидролиз углеводов)
- **Формирование пищевого комка** (муцин)



# Регуляция слюноотделения

- **Нервная:**
- Условнорефлекторная
- Безусловнорефлекторная

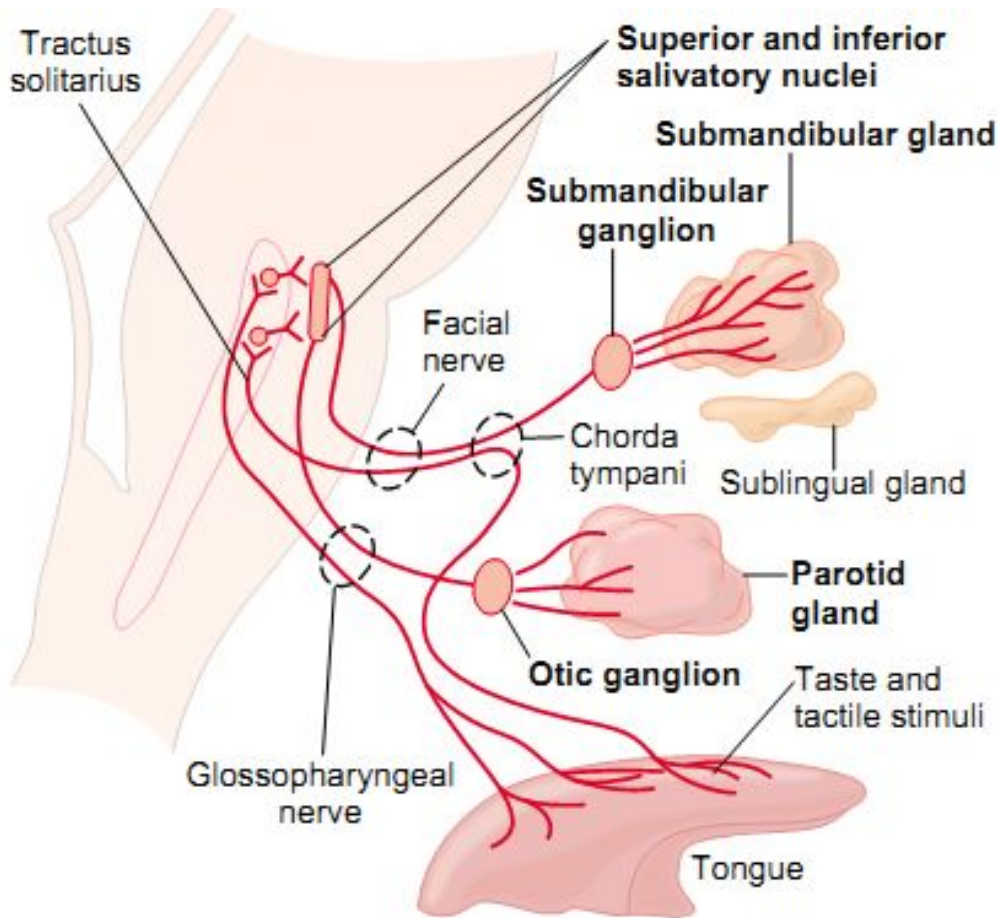


Пища  
↓  
рецепторы → чувствительный путь → центр  
языка → слюноотделения  
↓  
слюнные железы ← двигательный путь ←

- **Гуморальная:**
- Вазодилататоры
- Сухая пища
- Кислая и горькая пища



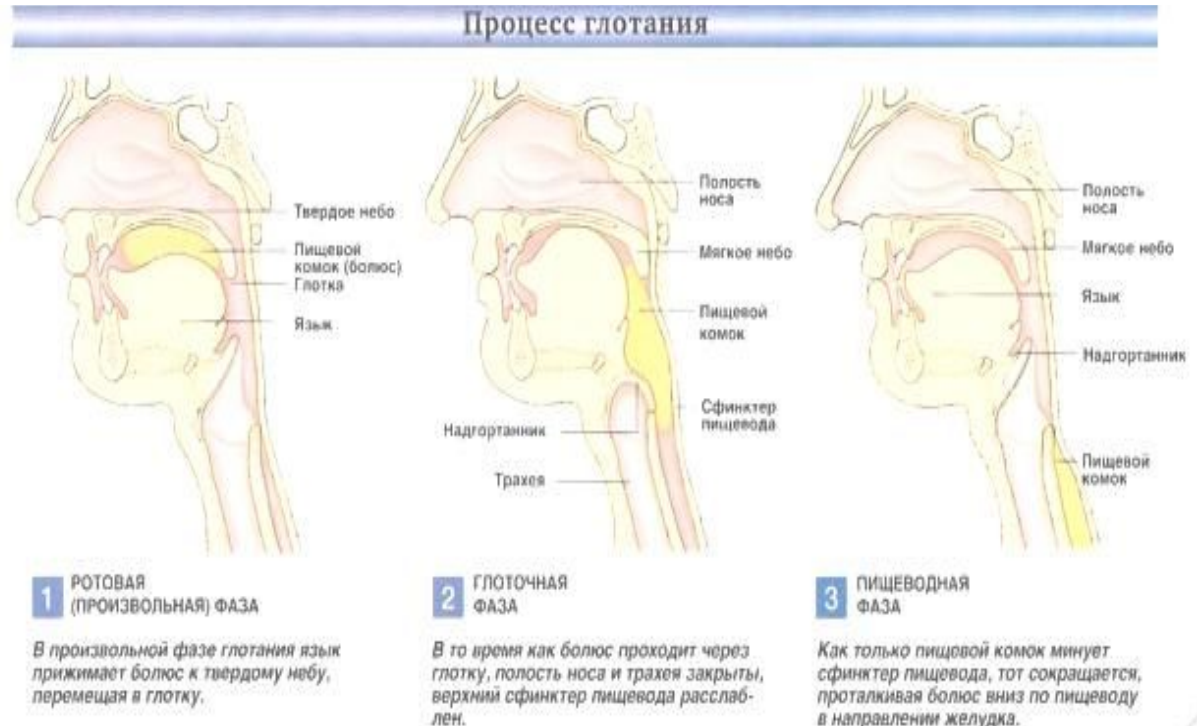
# Парасимпатическая регуляция секреции слюны



- Верхнее слюноотделительное ядро (преганглионарные волокна в составе барабанной струны) – подъязычные и поднижнечелюстные железы
- Нижнее слюноотделительное ядро (в составе языкоглоточного нерва) – околоушная железа
- Паралитическая секреция (гиперсекреция) – максимум на 7-8 день после операции

# Глотание

- Фазы:
  - Ротовая (произвольная)
  - Глоточная (быстрая непроизвольная)
  - Пищеводная (медленная непроизвольная)
- 
- Объем пищевого комка 15-20 мл



# Пищеварение в желудке

## ● **Функции желудка:**

- Секреторная
- Моторная
- Перемешивание и измельчение пищи
- Всасывательная
- Депонирующая
- Эвакуаторная
- Экскреторная
- Инкреторная (гастрин, гистамин)
- Внутренний фактор Касла
- Регуляция КОС
- Защитная

## ● **Функции НСІ:**

- Денатурация и набухание белков
- Активация пепсиногенов
- Антибактериальное действие
- Регуляция деятельности пищеварительного тракта
- Регуляция рН



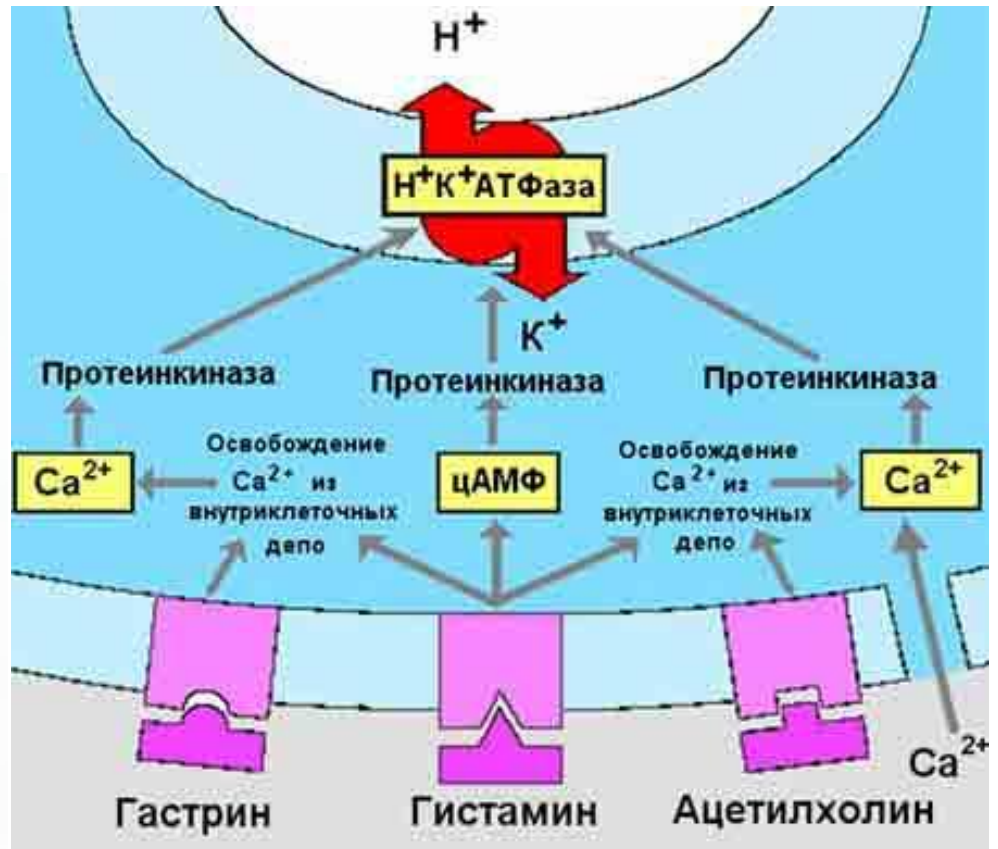
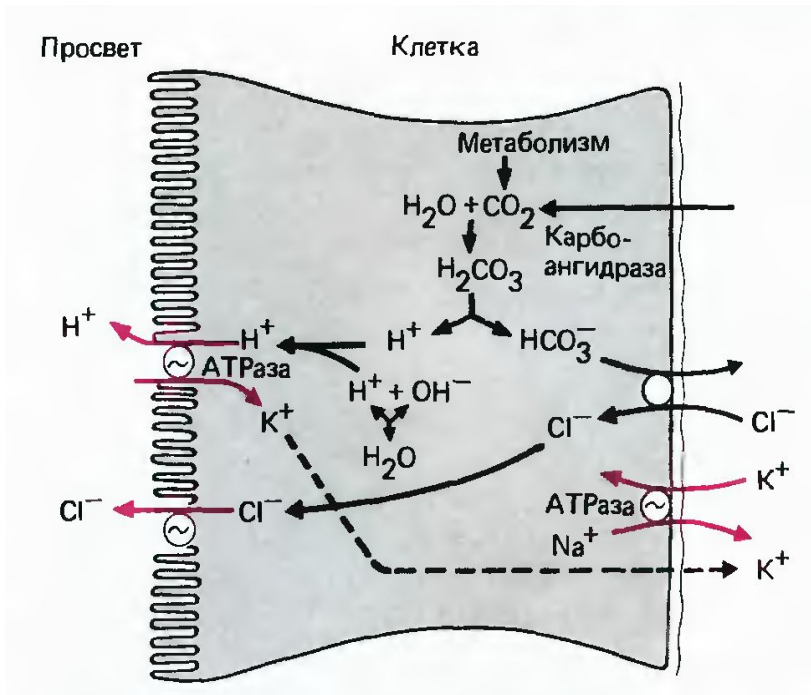
# Состав желудочного сока

- Объем – 2,0-2,5 л/сутки
- pH – 1,5 -1,8
- **Главные клетки:**  
Пепсиногены I группы (5 – в своде желудка, pH – 1,5- 2,0)
- Пепсиногены II группы (2 – в пилорическом отделе – *гастриксины* – pH – 3,2 -3,5)
- **Обкладочные клетки:**  
Синтез HCl (активация пепсиногенов)  
Желудочная липаза – расщепляет уже эмульгированные жиры молока
- **Добавочные клетки:**
- Слизь
- **G-клетки** - гастрин

Состав желудочного сока		
H <sub>2</sub> O – 99,0-99,5%		Сухой остаток – 1,0-0,5%
Органические вещества		Неорганические вещества
1. Ферменты:	Действия	Хлориды, сульфаты, фосфаты, бикарбонаты натрия, калия, кальция, магния.
- пепсин А	Гидролиз белков при pH 1,5-2	
- гастриксин (пепсин С)	Оптимум действия при pH 3,2-3,5	
- пепсин В (паралепсин или желатиназа)	Расщепляют белки соединительной ткани	
- ренин (пепсин Д или химозин)	Переводят казеиноген молока в казеин в присутствии ионов Ca <sup>++</sup> .	
- желудочная липаза	Расщепляют эмульгированные жиры (жиры молока) на глицерин и жирные кислоты	

# Регуляция синтеза соляной кислоты

- Секреция HCl обкладочной клеткой

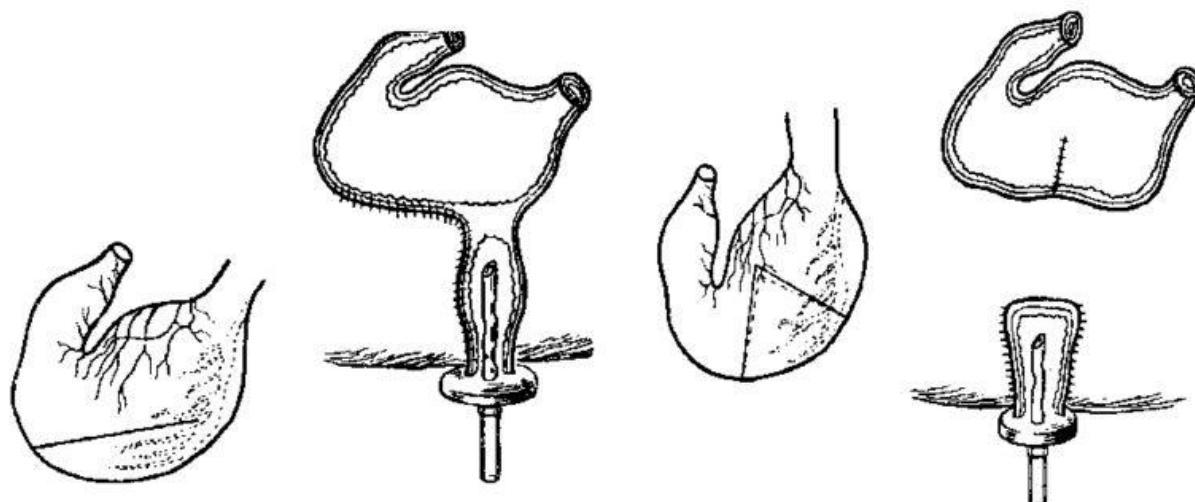


Физиология человека: В 3-х томах. Т. 1. Пер. с англ./Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. — 3-е изд. — М.: Мир, 2005. — 323 с., ил.

# Регуляция желудочной секреции

- Фазы желудочной секреции (по И.П. Павлову):
- **Сложнорефлекторная** («мозговая»):
- Условнорефлекторная
- Безусловнорефлекторная
- **Нейрогуморальная:**
- Желудочная (главная)
- Кишечная

Схема операций маленького желудочка по И.П. Павлову и Гейденгайну





# Регуляция желудочной секреции

- Стимулирует секрецию прием пищи, объем и состав сока

- Главн  
блуж

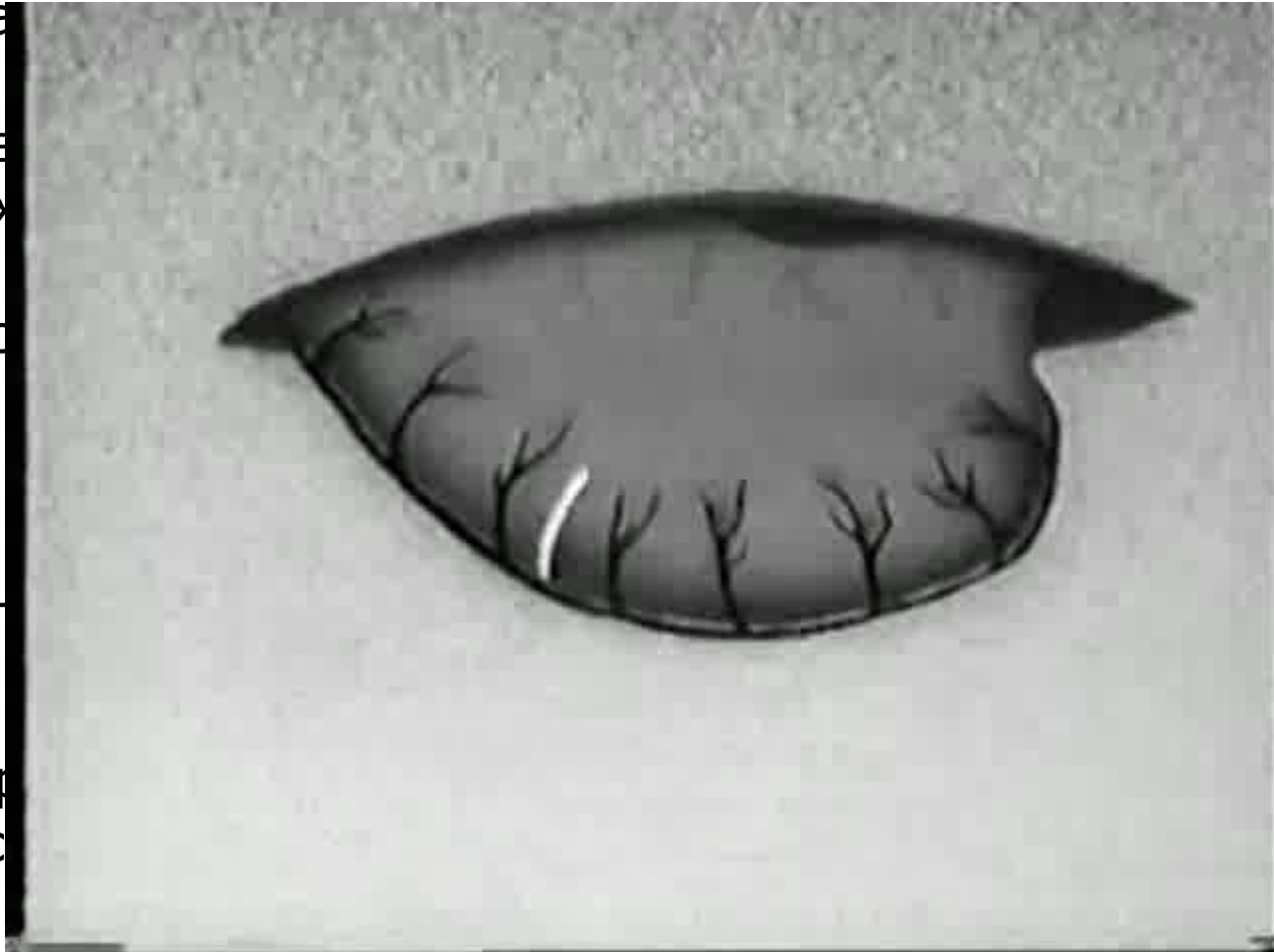
- Вагос

- Сим

- Мощ  
( $H_2$ -

- Секр  
но с

- Снижают секрецию  $HCl$  также : ВИП, неиротензин, соматостатин, серотонин, бульбогастрон

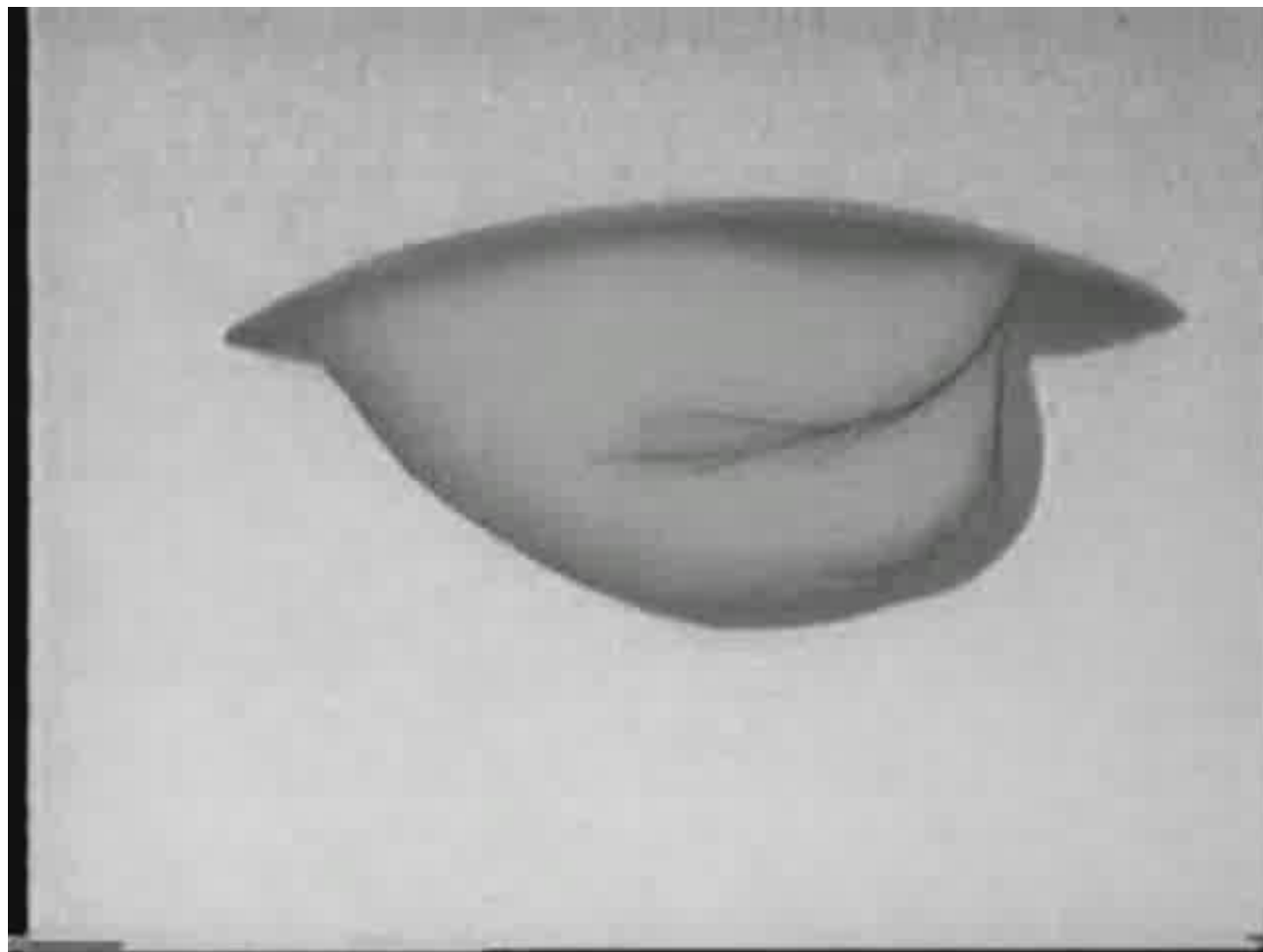


ИНИЯ

ИН

$HCl$ ,

# Операция И.П. Павлова на малом желудочке

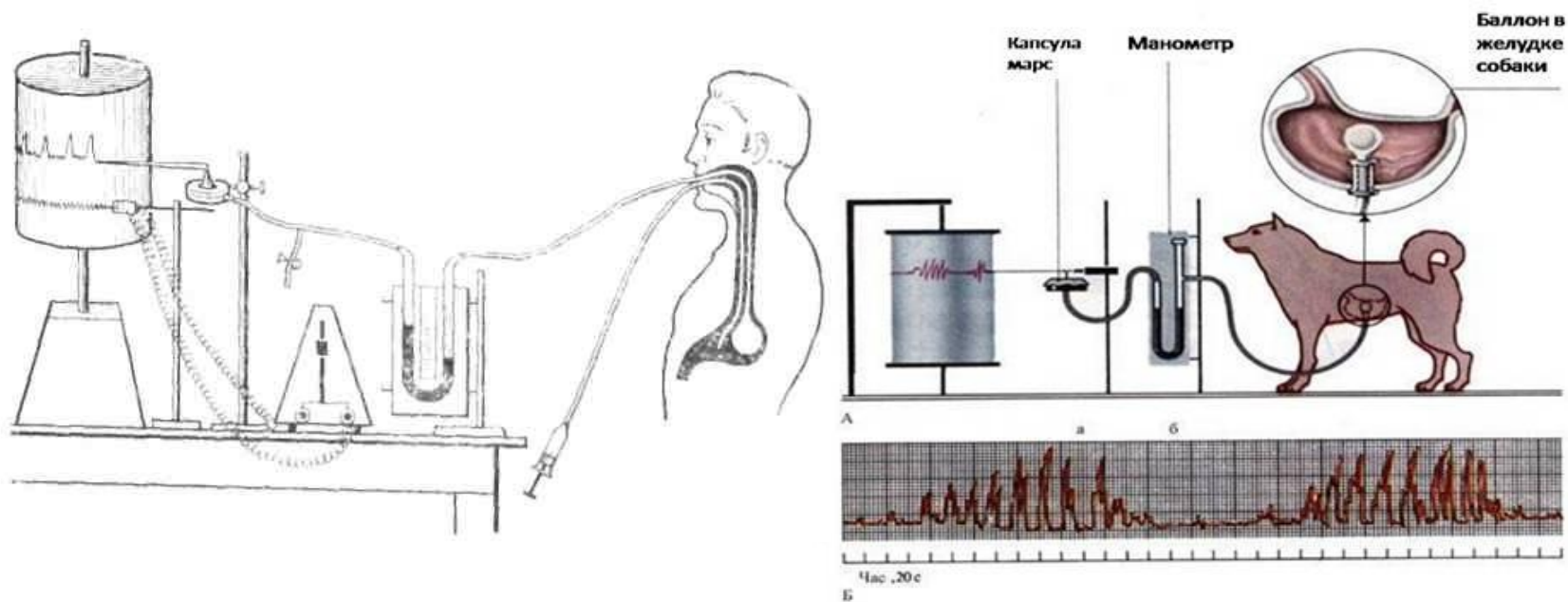


# Моторная функция желудка

- Волны 1 типа (простые однофазные волны низкой амплитуды)
- Волны 2 типа (однофазные высокой амплитуды)
- Волны 3 типа (сложные пропульсивного характера)
- Виды моторики:
  - Перистальтическая
  - Систолическая
  - Тоническая

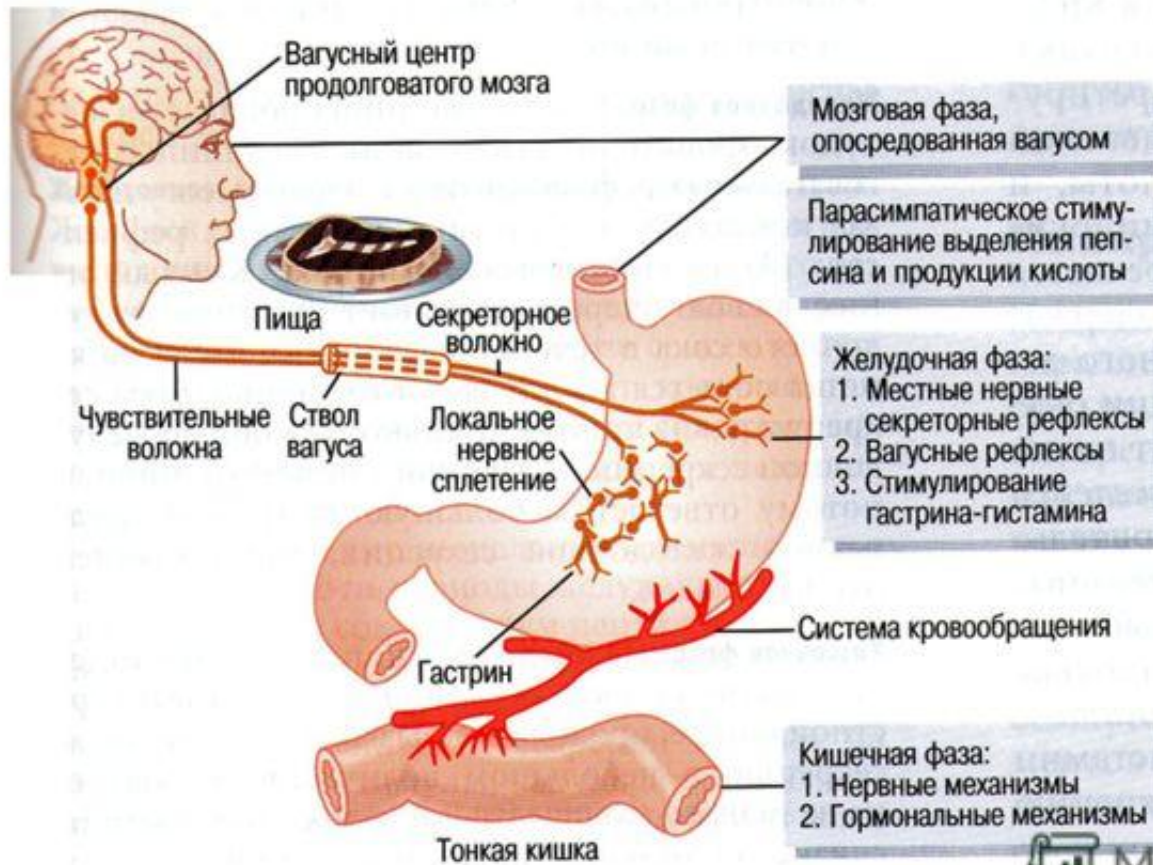


# Метод комплексного изучения секреторной и двигательной функции желудка у человека (по П. Г. Курношу)



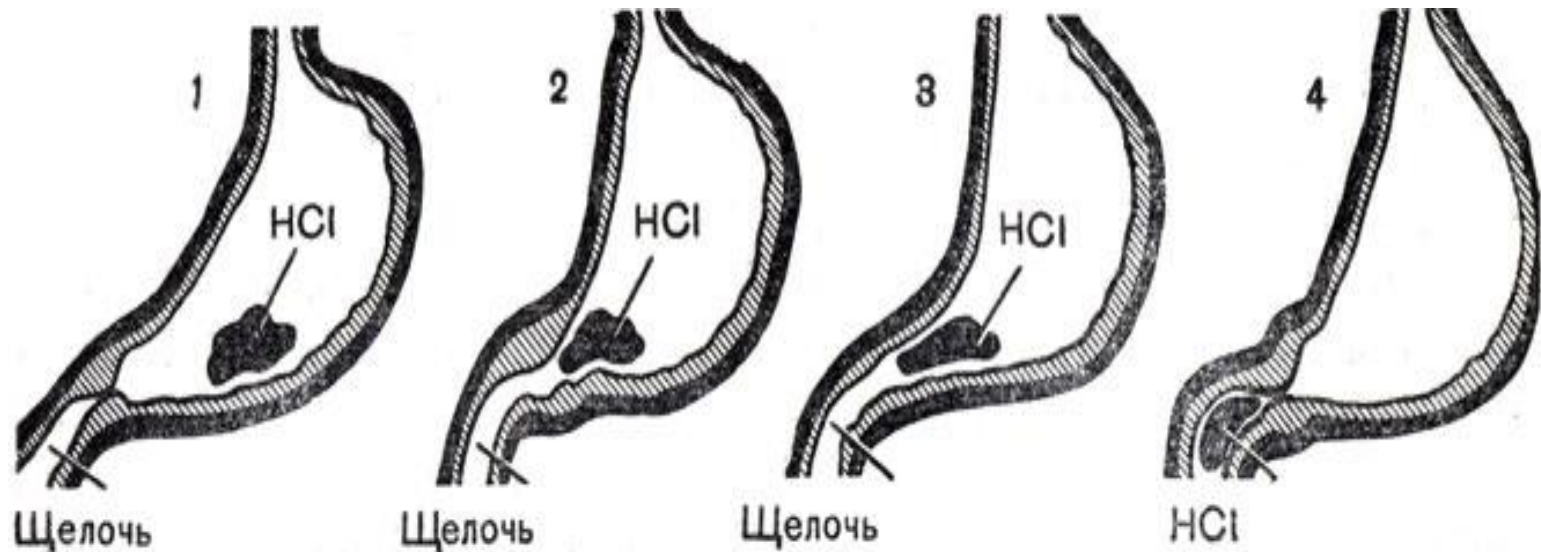
# Желудочная секреция

## Фазы желудочной секреции



## Механизм перехода содержимого из желудка в двенадцатиперстную кишку (время полной эвакуации 6-10 часов)

- Давление в пилорическом отделе повышается до 15-25 мм.рт.ст., раздражаются механорецепторы желудка, сфинктер открывается и первая порция химуса переходит в duodenum.
- До тех пор, пока не произойдет нейтрализация кислого содержимого duodenum, сфинктер будет закрыт, о чем сигнализируют хеморецепторы.



# Пищеварение в тонком кишечнике

- Содержимое duodenum включает панкреатический сок, желчь, кишечный сок и химус

## Состав панкреатического сока

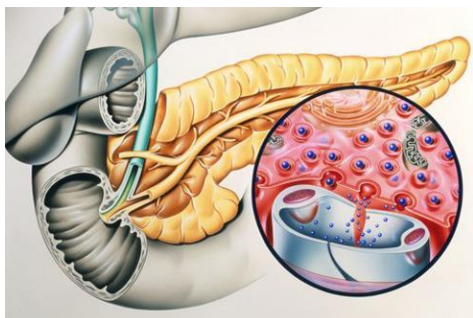
Плотность – 1,007-1,009

pH – 7,8-8,4, суточный объем – 1,5 -2,0 л

Вещество	Содержание, г/л	Вещество	Содержание, ммоль/л
Вода	987	Гидрокарбонаты	25—150
Общий азот	0,8—1,0	Хлориды	4—129
Общий белок	1,9—3,4	Соли калия	6—9
Глюкоза	0,08—0,18	Соли натрия	139—143
Ферменты <sup>1</sup>		Соли кальция	1,1—2,5

<sup>1</sup> К ферментам поджелудочной железы относятся  $\alpha$ -амилаза, прокарбоксипептидазы (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>), трипсиногены (1, 2, 3), химотрипсиноген, проэластазы (1, 2), колипазы (1, 2), профосфолипаза A<sub>2</sub>, нуклеазы.

**Физиология человека. Учебник (В двух томах. Т. II).**  
В. М. Покровский, Г. Ф. Коротько, Ю. В. Наточин и др./Под  
ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. — М.: Медицина,  
1997. — 368 с.: ил.: [2] л. ил. — (Учеб. лит. Для студентов  
мед. вузов). ISBN 5-225-02693-1



# Ферменты pancreas

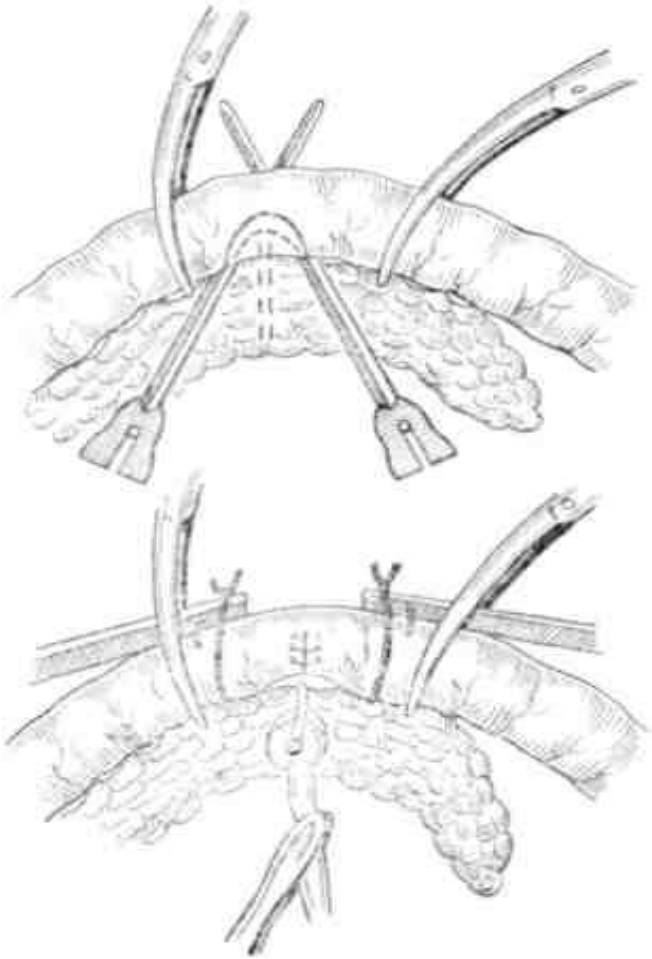
Таблица 1

## Пищеварительные ферменты поджелудочной железы

Фермент	Форма секреции	Действие
Альфа-амилаза	Активная	Расщепление полисахаридов (крахмал, гликоген) до мальтозы и мальтотриозы
Липаза	Активная	Гидролиз триглицеридов с образованием моноглицеридов и жирных кислот
Фосфолипаза А	Профермент, активируется трипсином	Гидролиз фосфатидилхолина с образованием лизофосфатидилхолина и жирных кислот
Карбоксилэстераза	Активная	Гидролиз эфиров холестерина и эфиров жирорастворимых витаминов
Трипсин	Профермент (трипсиноген), активируется энтерокиназой	Расщепляет протеины и полипептиды внутри молекулы белка, преимущественно в зоне аргинина и лизина
Химотрипсин	Профермент (химотрипсиноген), активируется трипсином	Расщепляет внутренние связи белка в зоне ароматических аминокислот, лейцина, глутамина, метионина
Эластаза	Прозластаза, активируется трипсином	Переваривает эластин, протеин соединительной ткани
Карбоксипептидаза А и В	Профермент, активируется трипсином	Расщепляет с карбоксильного конца наружные связи белков, включая ароматические (А) и основные (В) аминокислоты



- Схема операции наложения хронической фистулы протока поджелудочной железы у собаки (по И.П.Павлову)

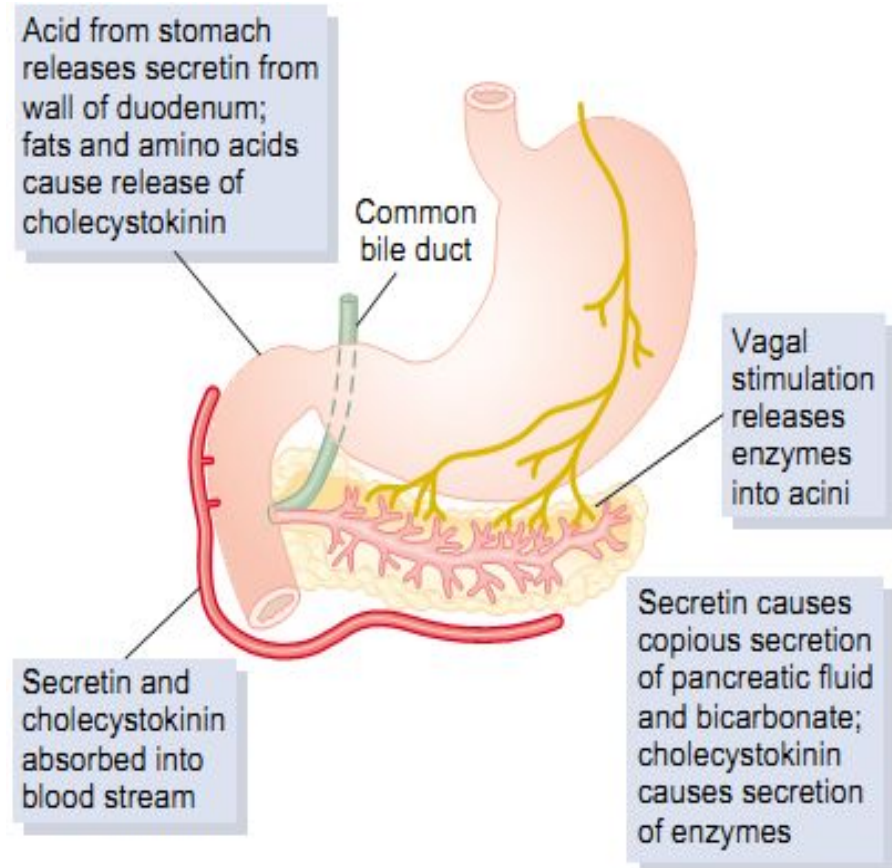


- Больной с хронической фистулой протока поджелудочной железы
- (по К.М. Быкову)



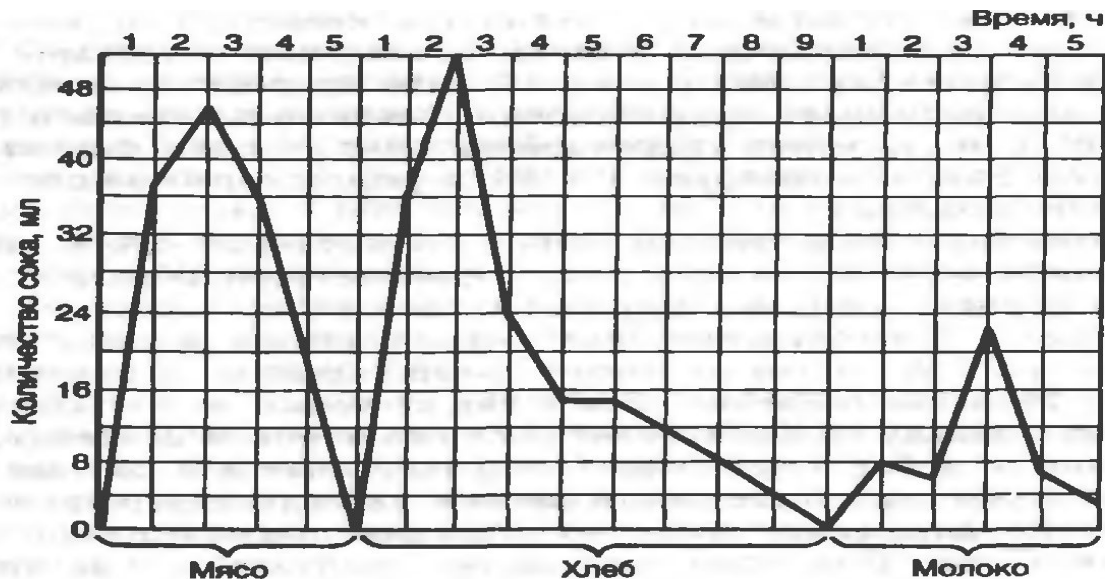
# Регуляция панкреатической секреции

- **Нервная:**
- Парасимпатическая стимулирует через М-холинорецепторы ( $\text{Ca}^{2+}$ , ц-ГМФ)
- Симпатические тормозят через  $\beta$ -адренорецепторы
- **Гуморальная:**
- Стимулируют – *секретин (S-клетки duodenum), холецистокинин (ССК-клетки), гастрин, серотонин, инсулин, бомбезин, соли желчных кислот.*
- Тормозят – *глюкагон, соматостатин, вазопрессин, вещество Р, АКТГ, энкефалины, кальцитонин, ЖИП, ПП.*



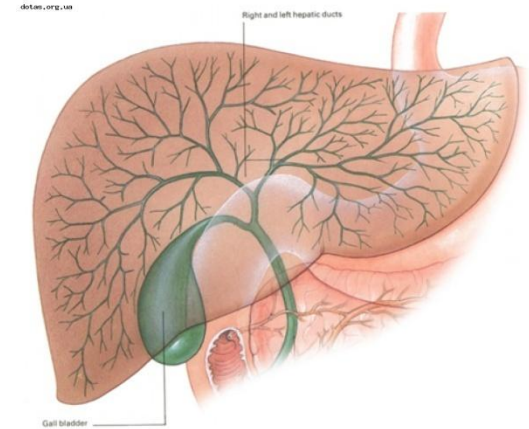
# Фазы секреции поджелудочной железы

- **Мозговая фаза** (на вид и запах пищи (условнорефлекторная) и на раздражение рецепторов полости рта (безусловнорефлекторная))
- **Желудочная** (ваго-вагальный рефлекс с механо- и хеморецепторов желудка, действие гастрина)
- **Кишечная** (ваго-вагальный дуоденопанкреатический рефлекс, секретин, ХЦК )



# Состав печеночной и пузырной желчи

- Объем - 1,0-1,8 л
- рН – 7,3 – 8,0, плотность (печеночная) – 1,008- 1,015
- (пузырная) – 1,026- 1,048, рН – 6,0-7,0
- Гликохолевые кислоты – 80%
- Таурохолиевые кислоты – 20%



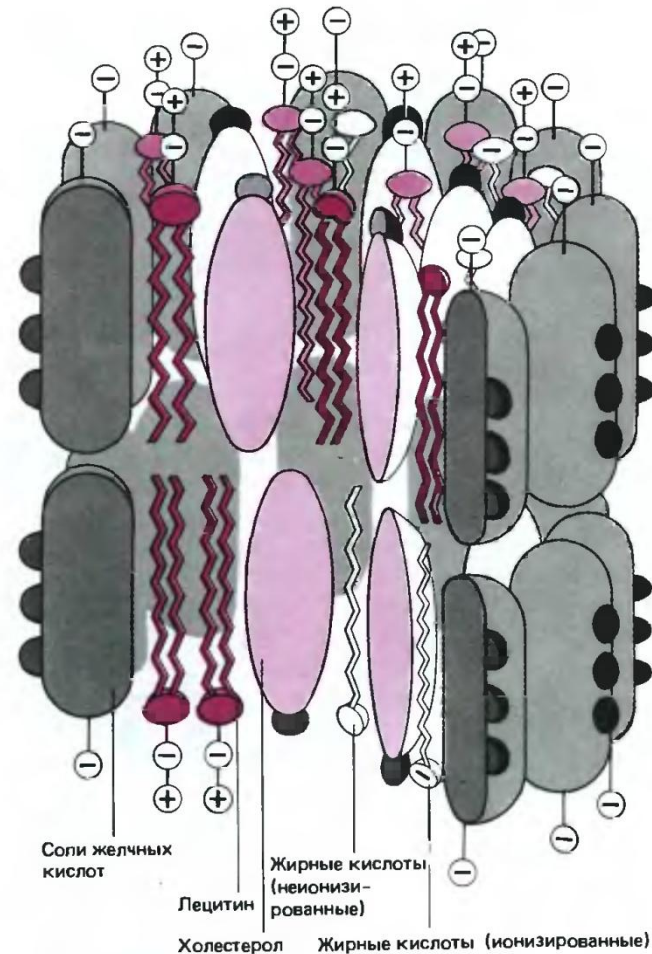
Компоненты	Печеночная желчь, ммоль/л	Пузырная желчь, ммоль/л
Na <sup>+</sup>	165	280
K <sup>+</sup>	5	10
Ca <sup>2+</sup>	2,5	12
Cl <sup>-</sup>	90	15
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45	8
Желчные кислоты	35	310
Лецитин	1	8
Желчные пигменты	0,8	3,2
Холестерол	3	25
рН	8,2	6,5

# Функции желчи

- *Нейтрализация кислого содержимого (поддержание щелочной среды)*
- *Повышение активности панкреатических липаз*
- *Эмульгирует жиры*
- *Способствует всасыванию жирных кислот, триглицеридов, жирорастворимых витаминов*
- *Стимулирует моторику тонкого кишечника*
- *Бактериостатическое действие*
- *Растворяет продукты гидролиза жиров*
- *Стимулирует холерез и холекинез*
- *Способствует пролиферации и слущиванию энтероцитов*

# Строение смешанной мицеллы

- Сердцевина мицеллы, состоящая из холестерина, желчных кислот, лецитина и моноглицеридов, снаружи покрыта желчными кислотами, гидрофильные группы которых находятся на ее поверхности



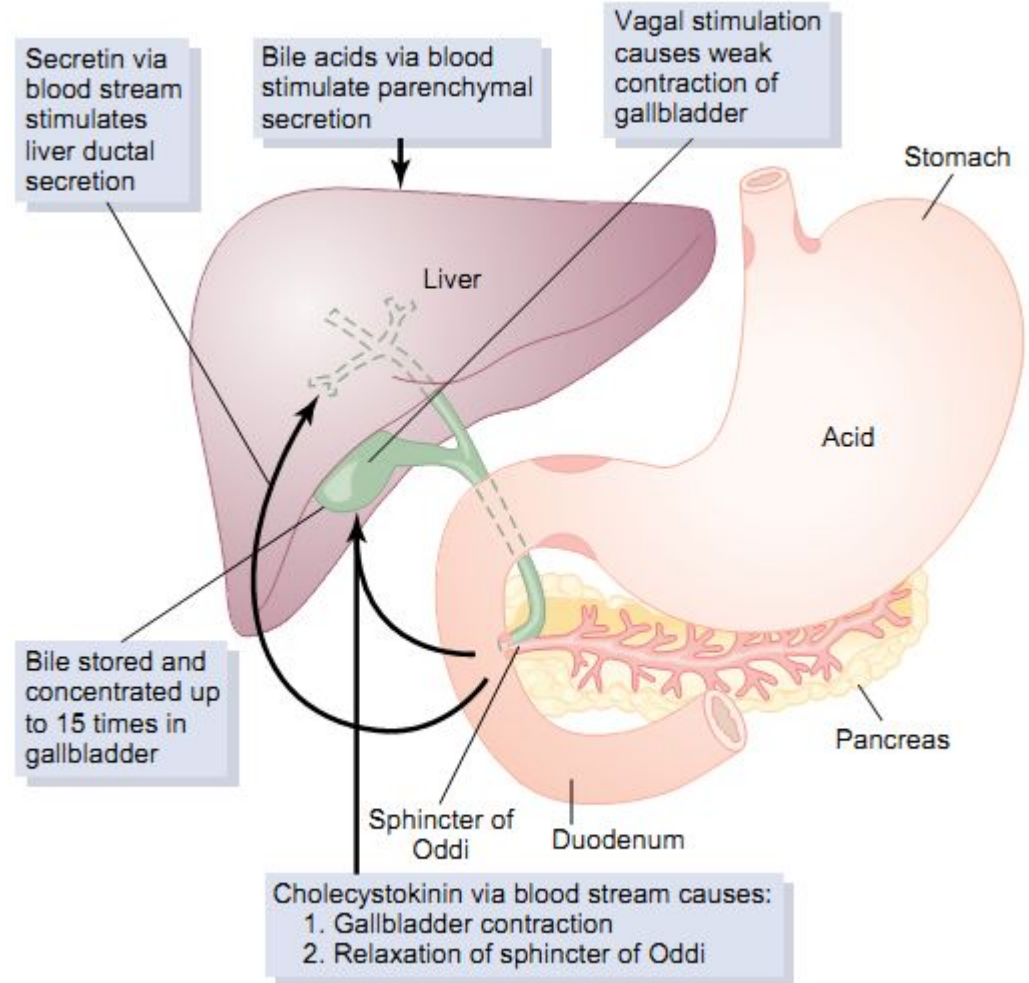
# Регуляция холереза и холекинеза

- **Стимулируют:**

- Прием пищи, парасимпатические влияния, сама желчь, холецистокинин, секретин, гастрин, ХЦК

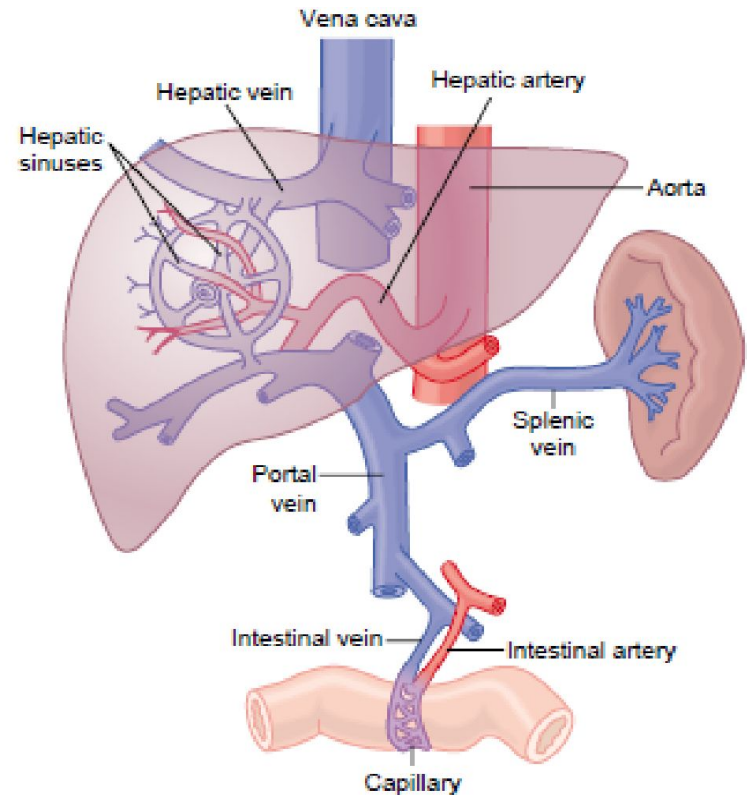
- **Тормозят:**

- симпатикотонус
- ВИП, ПП, глюкагон, кальцитонин



# Функции печени

- Пищеварительные (синтез и отделение желчи)
- Непищеварительные:
- Барьерная
- Экскреторная
- Метаболическая
- Депонирующая
- Иммунная
- Эритрокинетическая
- Гемостатическая



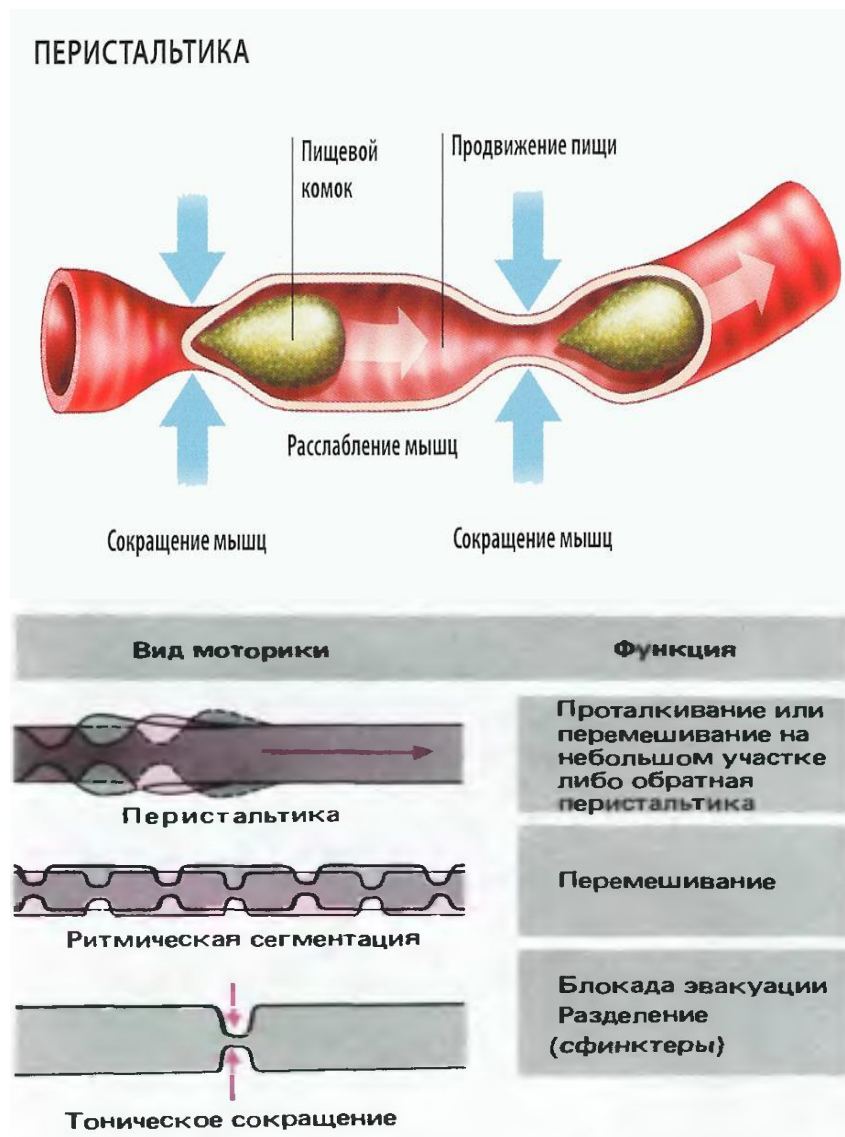


# Кишечный сок

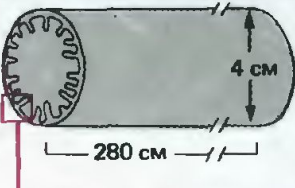


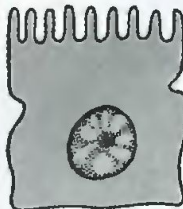
- Густая бесцветная жидкость слабощелочной реакции (рН 7,2-7,5, при усилении секреции до 8,6) содержит более 20 ферментов
- Вода – 98% Сухой остаток – 2%
- **Органические вещества:**
- Протеазы: энтерокиназа, полипептидазы, аминопептидазы, нуклеазы
- Мальтаза, лактаза, сахараза
- Липаза, фосфолипаза, фосфатаза
- Муцин
- **Неорганические вещества:**
- 1% -  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$

# Моторная функция тонкого кишечника

- **Типы моторики:**
- Ритмическая сегментация
- Перистальтика
- Маятникообразные сокращения
- Тонические сокращения
- Антиперистальтика
- **Активируется:** парасимпатическими влияниями, вазопрессин, окситоцин, вещество P, брадикинин, гистамин, мотилин, гастрин, серотонин
- **Тормозится:** симпатические влияния, норадреналин, адреналин, эндорфины

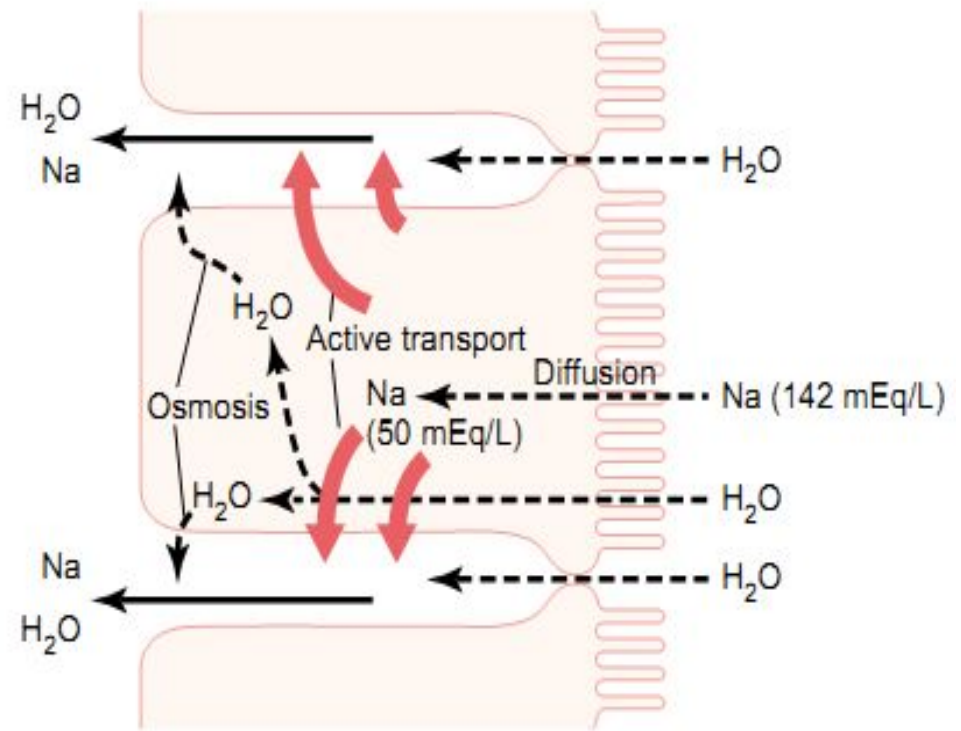
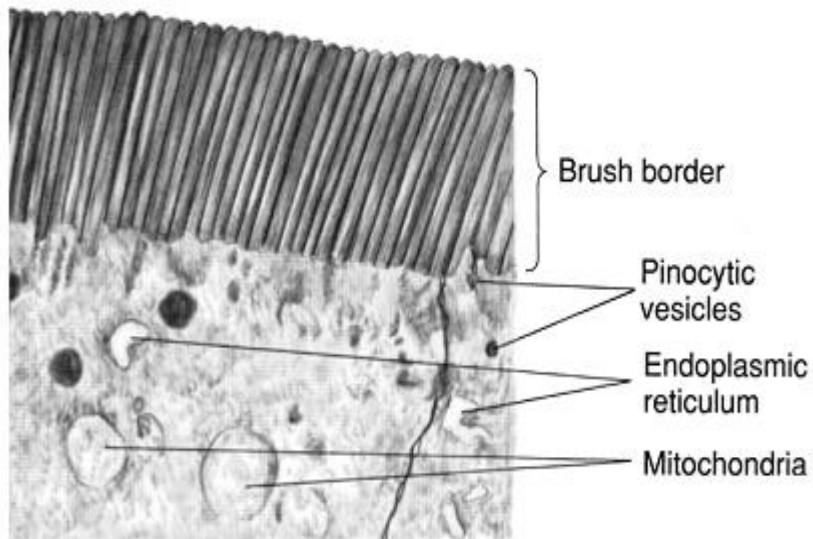


# Всасывание

Структура	Увеличение площади поверхности (Цилиндр=1)	Площадь поверхности, м <sup>2</sup>
Кишечник в виде цилиндра 	1	0,33
Складки Керкрина 	3	1
Ворсинки 	30	10
Микро-ворсинки 	600	200

- Площадь всасывания увеличивается в 600 раз (200м<sup>2</sup>)
- Транспорт макромолекул идет путем эндоцитоза (фагоцитоз, пиноцитоз)
- Персорбция (через межклеточное вещество)
- Микромолекулы перемещаются путем пассивного (диффузия, осмос, фильтрация) и активного транспорта (первично-, вторично-, третично-активный)

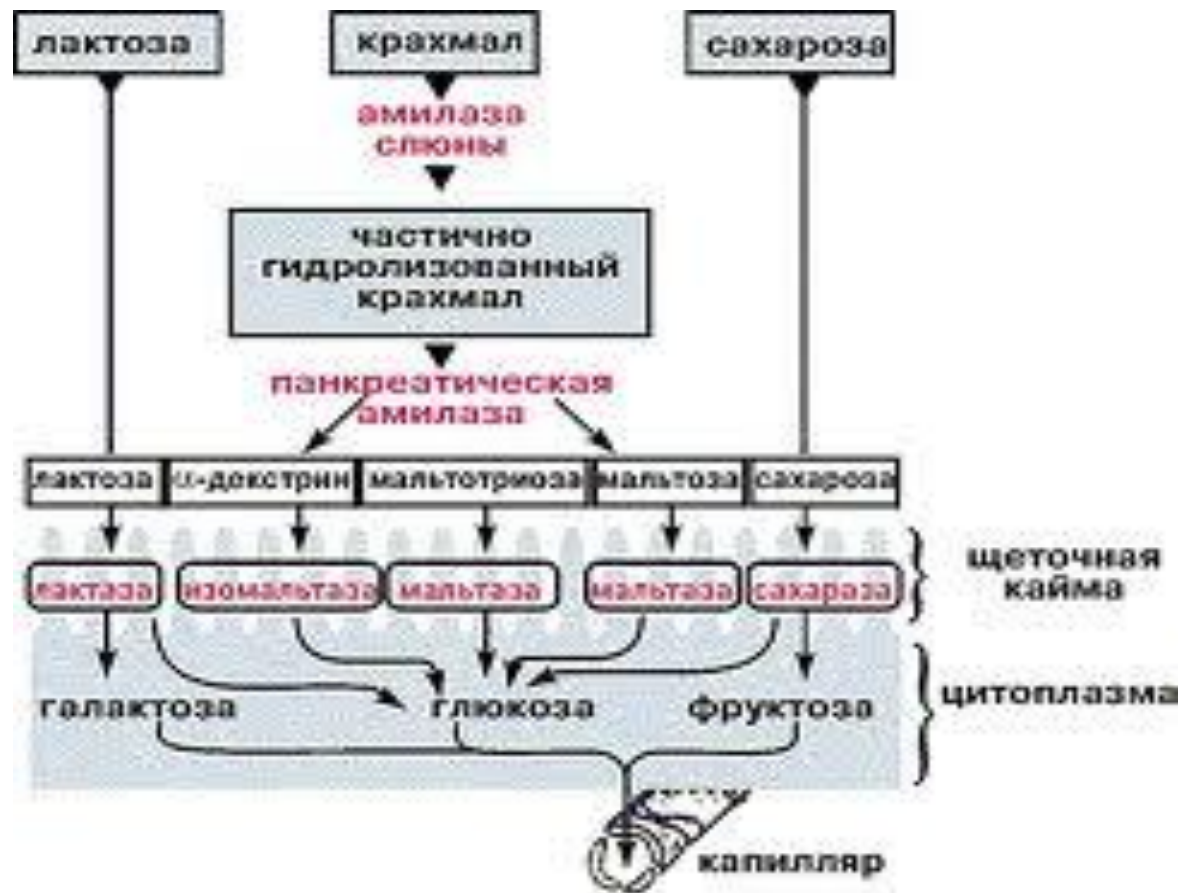
# Всасывание натрия через энтеротелий



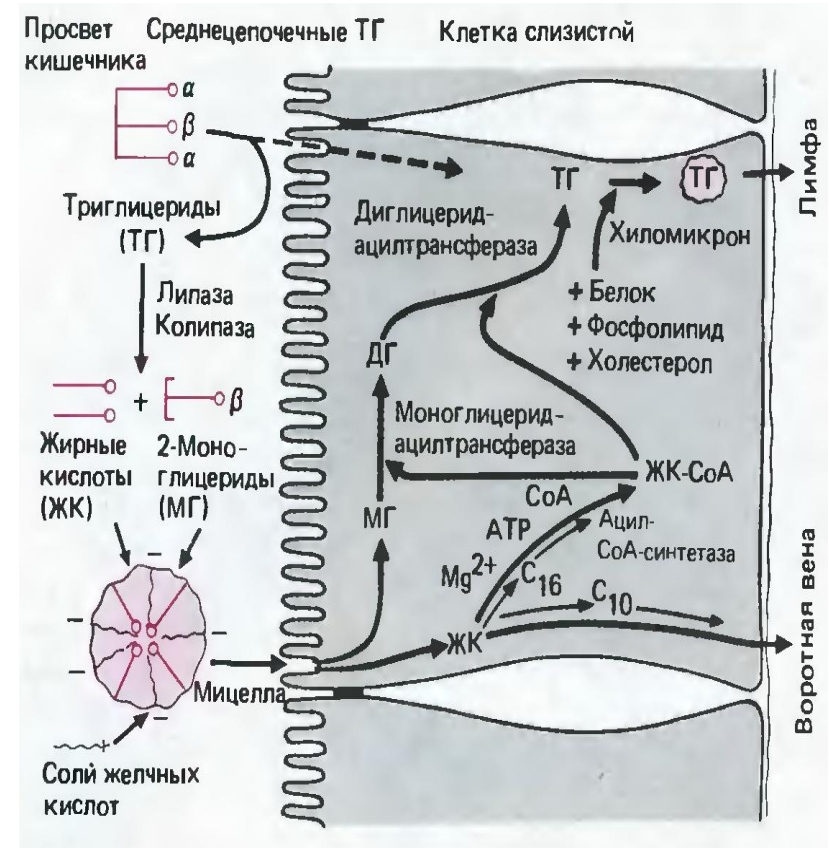
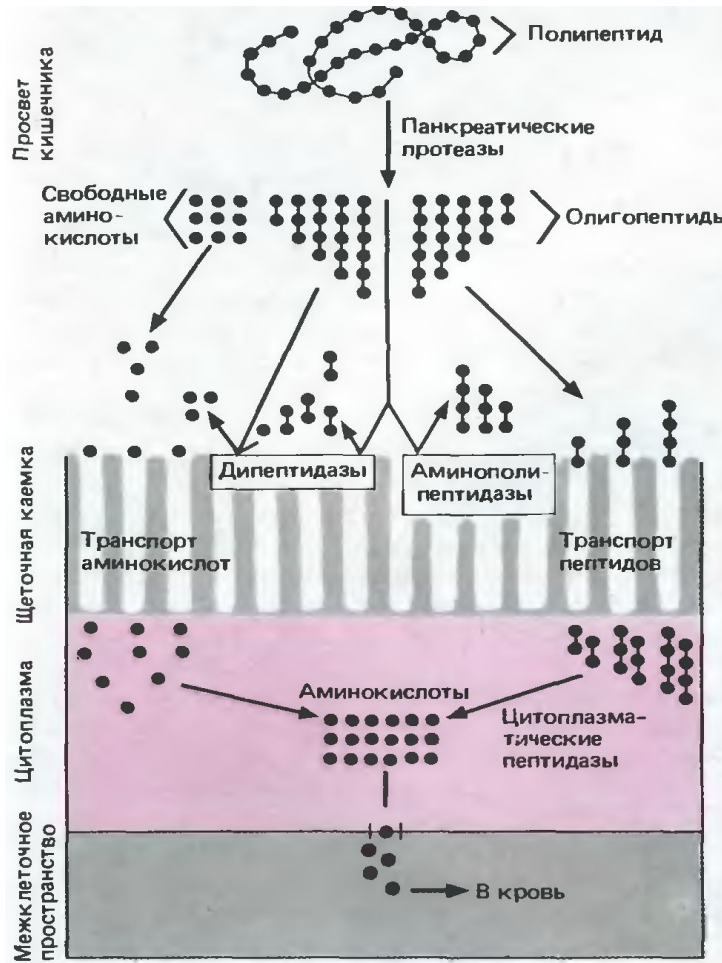
Guyton, Arthur C.

Textbook of medical physiology / Arthur C. Guyton, John E. Hall.—11th ed.

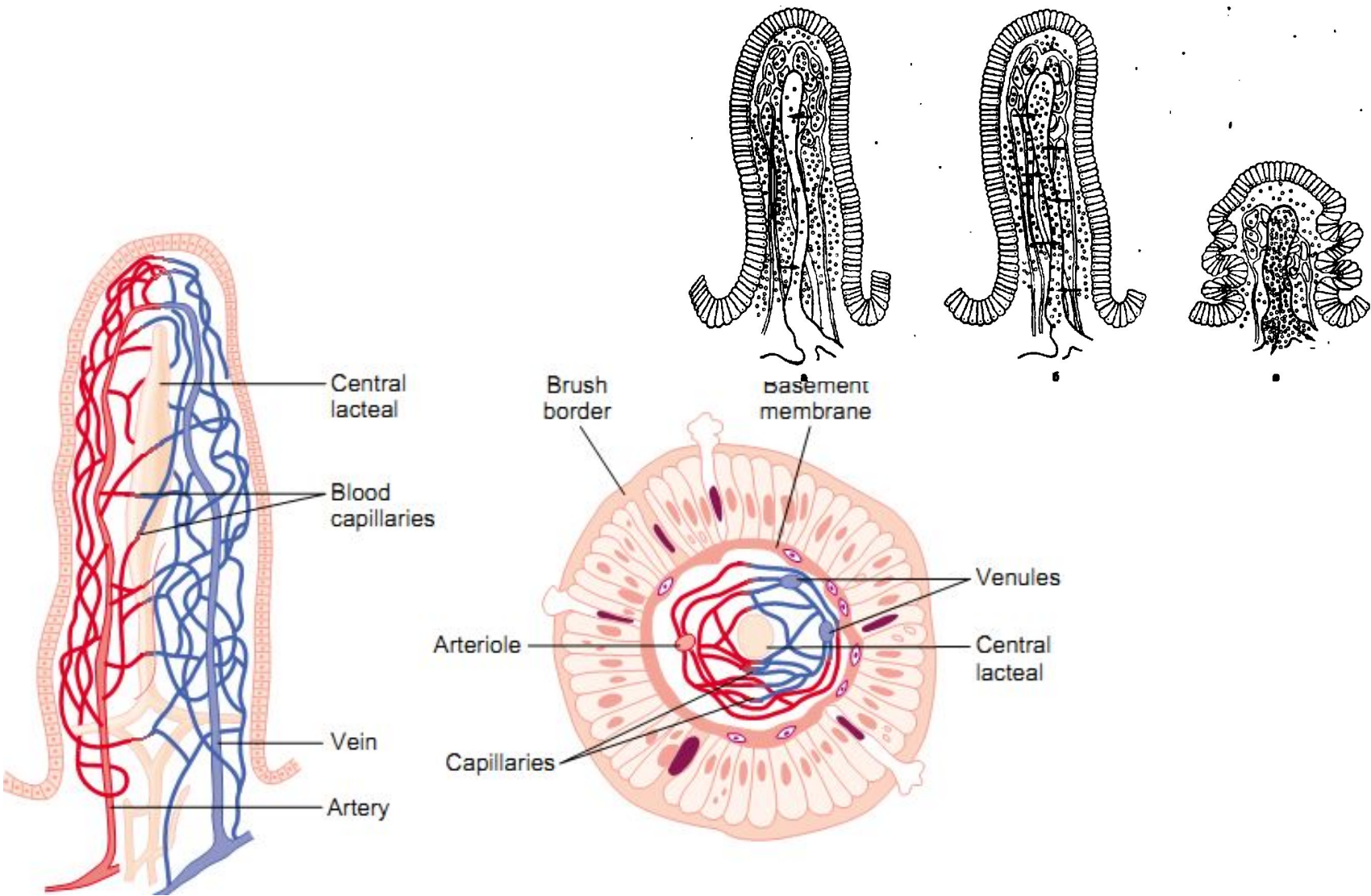
# Переваривание и всасывание углеводов



# Переваривание и всасывание белков и ЛИПИДОВ



# Строение ворсинки тонкого кишечника



# Пищеварение в толстом кишечнике

- рН 8,5- 9,0, слизь, эпителий, мало ферментов, интенсивное всасывание воды (до 7 л/сутки), формирование каловых масс
- **Значение микрофлоры:**
- Конечное разложение непереваренной пищи
- Создание иммунного барьера
- Торможение развития патогенных микробов
- Синтез витаминов (К, группы В)

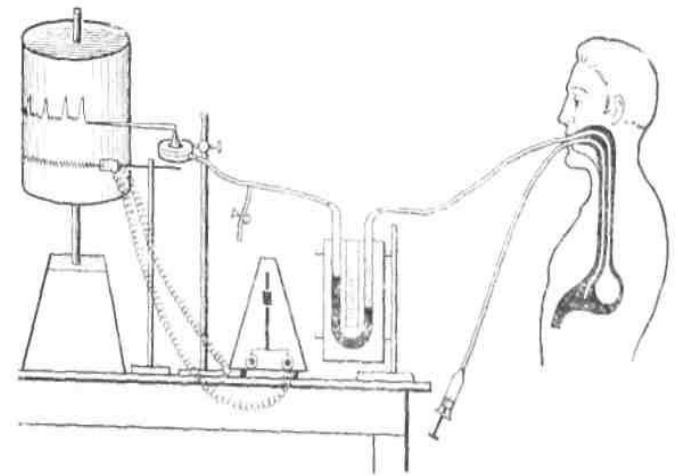


# Системные механизмы голода и насыщения

- **Голод** – негативно эмоционально окрашенное функциональное состояние, связанное с наличием потребности в питательных веществах
- **Насыщение** – положительно окрашенное состояние. Связанная с удовлетворением пищевой потребности
- **Пищевая потребность** – физиологический процесс, обусловленный снижением уровня питательных веществ в организме
- **Пищевой аппетит** – нерезко выраженное чувство голода с избирательным характером к тому или иному виду пищи

# Теории голода и насыщения

- **Теория «пустого желудка»:** сигнал о пищевой потребности определяется периодическими сокращениями пустого желудка (С. В. Аничков)
- Болдырев – голодная моторная периодическая деятельность желудка
- 1920 г., Н.Ф. Попов – полная деафферентация после перерезки блуждающих нервов у собаки сохраняла выраженное стремление к приему пищи



# Теории голода и насыщения



- **Теория «голодной крови»**, 1911 г. И.П. Павлов - причина ощущения голода – снижения уровня питательных веществ крови
- «Голод лишь поднимает собаку с колен..-» И.П. Павлов
- Введение раствора глюкозы в/в приводило к развитию сна у собак
- 1903 г. П.Я. Борисов : куры потребляли известь много больше петухов – «пик беременных»
- 1913 г. Савич В.В. – длительное насыщение собаки NaCl или сахаром приводит к избирательному отказу животных от этих веществ

# Гуморальные теории

- **Глюкостатическая теория, Mayer, 1952 г.** – введение глюкозы или адреналина приводило к снижению потребления пищи
- **Аминоацидостатическая теория, Mellinkoff, 1957** – уровень пищевой возбудимости определяется содержанием аминокислот в крови, микроинъекции аминокислот в дорсомедиальную область гипоталамуса угнетали прием пищи
- **Липостатическая теория, Kennedy, 1950** – раздражителем гипоталамических центров при голоде является недостаток неспецифических метаболитов, образующихся при мобилизации жира из жировых депо

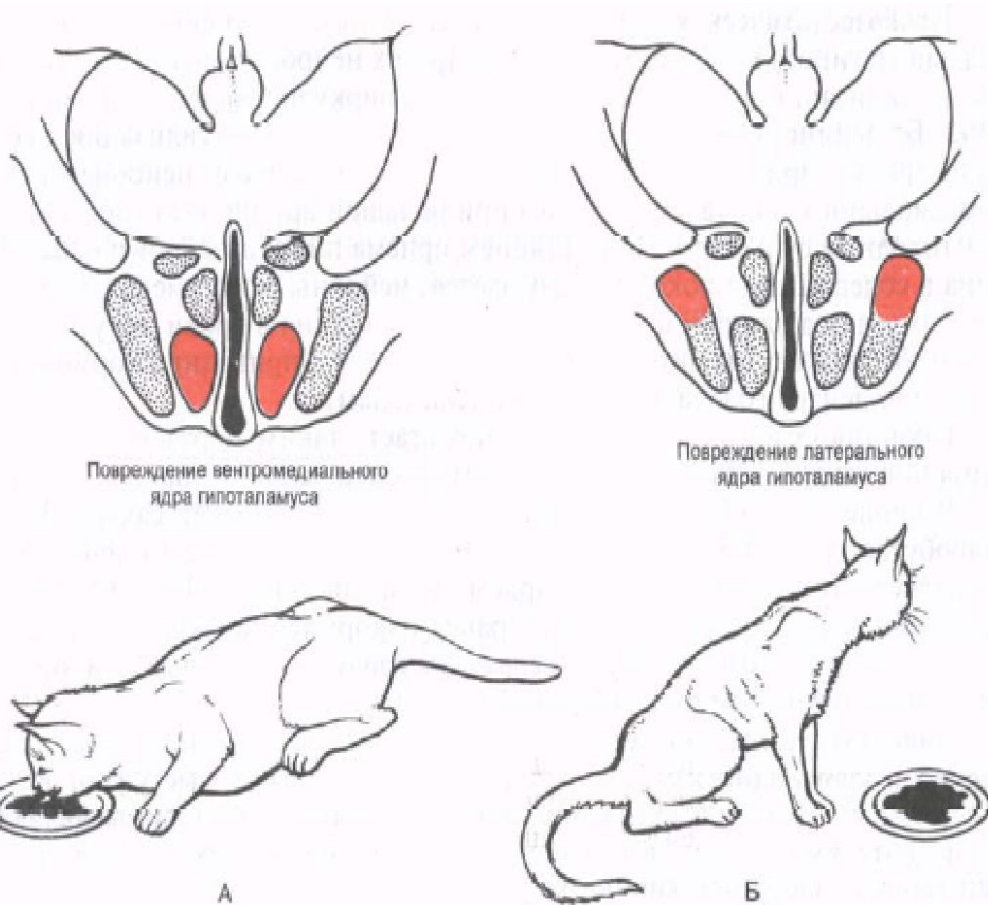
# Гуморальные теории

- **Термостатическая теория, Brobeck, 1948** – прием пищи повышает температуру крови, омывающей «центр голода», что приводит к торможению приема пищи и предотвращает гипертермию
- **Метаболическая теория, А.М. Уголев** – промежуточные продукты цикла Кребса (метаболиты), циркулируя в крови, определяют степень пищевой возбудимости
- **Гидростатическая теория** – потребление пищи уменьшается на фоне дегидратации тканей организма

❖ В школе академика П.К. Анохина при наблюдении за «сиамскими» близнецами с *общей системой кровообращения* одновременного состояния голода или насыщения не наблюдалось (Т.Т. Алексеева). Обе девочки имели *раздельную верхнюю часть пищеварительного тракта*, **кормление одной девочки никогда не сопровождалось развитием насыщения у другой**, несмотря на то, что ее кровь и ткани получали достаточное количество питательных веществ.

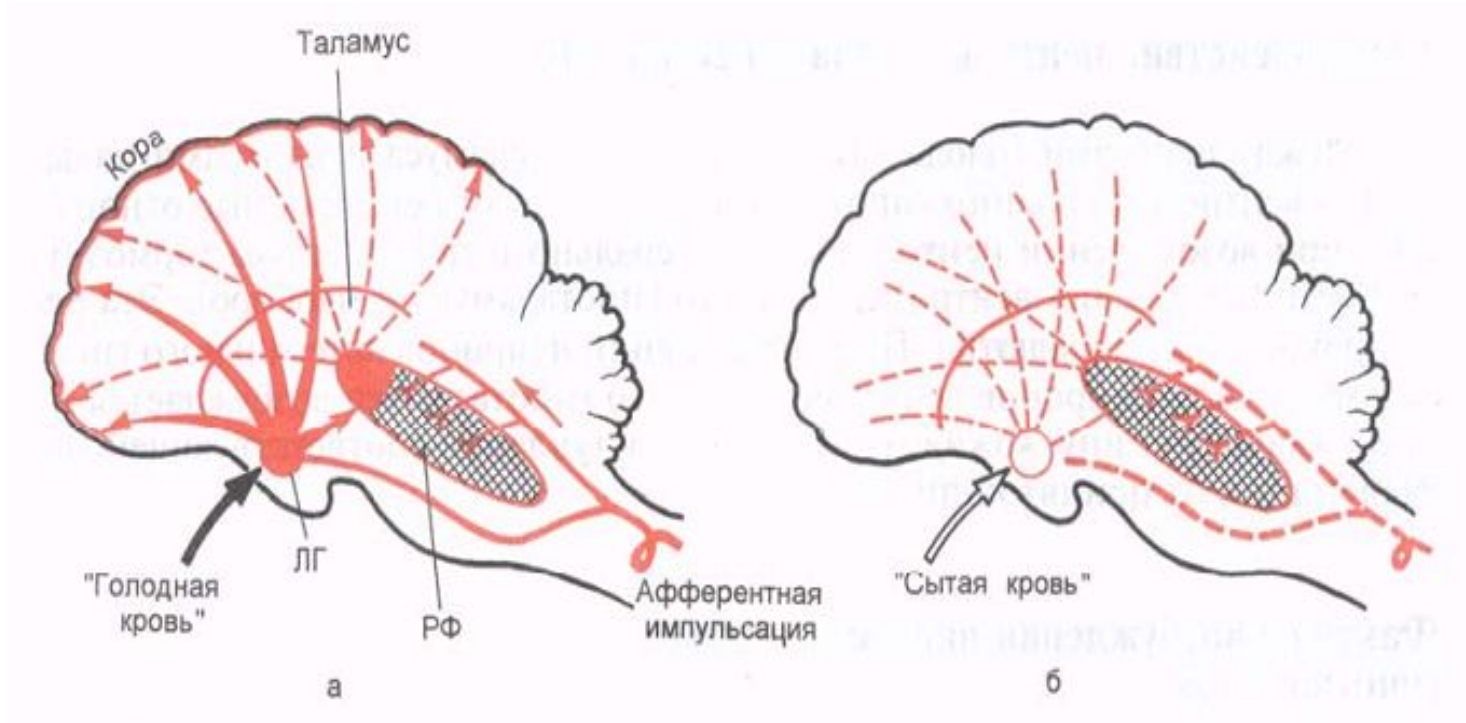


# Центральные механизмы голода и насыщения



- 1959, В. Anand, D. Brobeck, Larsson, Grossman – прямое электрораздражение (холино-, адренергическая стимуляция) нейронов латерального гипоталамуса инициирует голод, страх, ярость, агрессию – ЛГ - центр «голода»

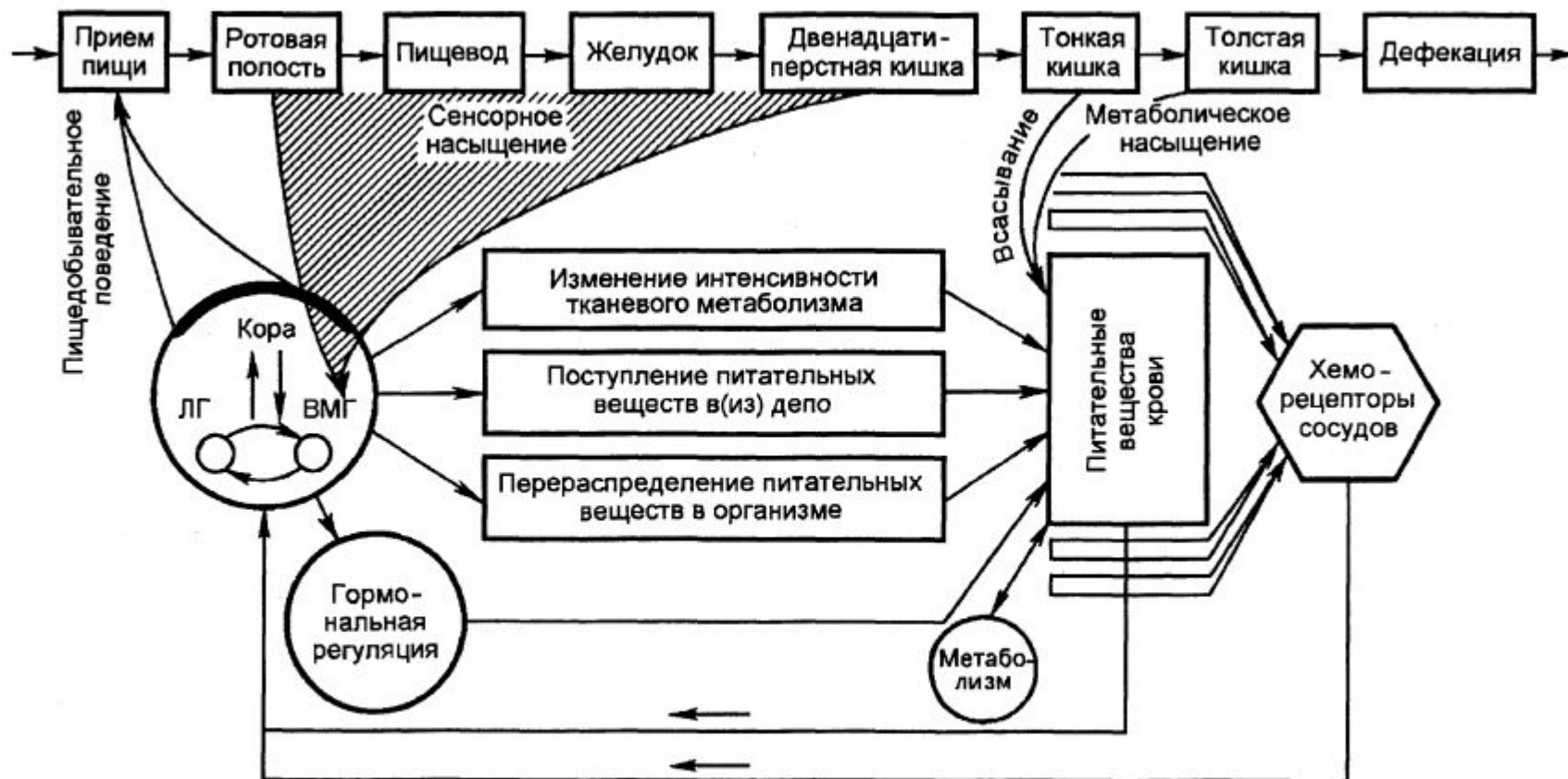
# Восходящие активирующие влияния гипоталамических центров на кору в состоянии голода (а) и их устранение при насыщении (б)



- ЛГ – латеральный гипоталамус;
- РФ – ретикулярная формация среднего мозга

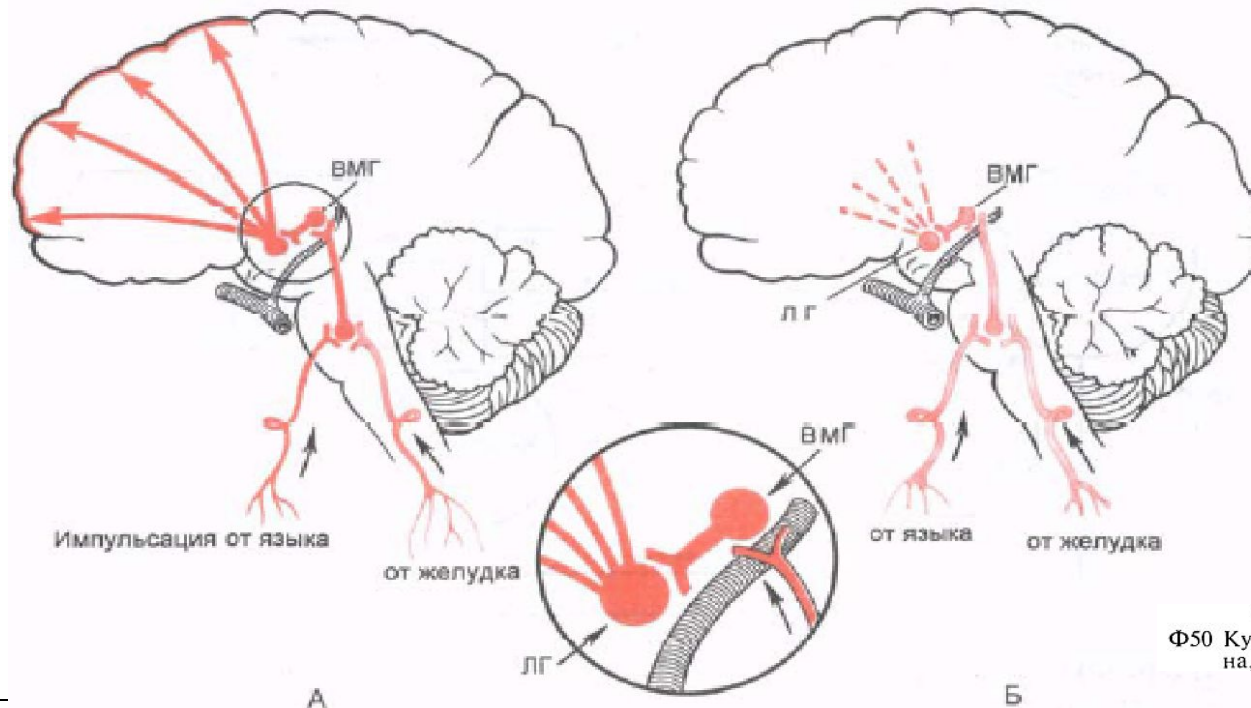


# Функциональная система, поддерживающая оптимальный для метаболизма уровень питательных веществ в крови (по К.В. Судакову)



# механизмы сенсорного насыщения (эмоциональное, первичное)

возникает при действии принятой пищи на рецепторы ротовой полости, пищевода, желудка и начальных отделов тонкого кишечника, афферентация от которых возбуждает вентромедиальный гипоталамус, нейроны последнего по принципу реципрокности тормозят латеральные отделы гипоталамуса – прием пищи прекращается. Питательные вещества выходят из депо и кровь теряет свои «голодные» свойства



# Метаболическое насыщение

- **(вторичное, истинное, обменное)** – поступление питательных веществ в кровь в результате их всасывания из пищеварительного тракта с целью поддержания нужд метаболизма и восполнения депо питательных веществ, расходуемых при сенсорном насыщении.



# Благодарю за внимание

