

# ЛЕКЦИЯ

**ТЕМА: ПИЩЕВАРЕНИЕ В  
КИШЕЧНИКЕ.  
ТЕОРИИ ГОЛОДА И НАСЫЩЕНИЯ.**



# ПЛАН

- ❑ Состав и функции панкреатического, кишечного сока и желчи тонкого кишечника.
- ❑ Процесс всасывания в тонком кишечнике.
- ❑ Регуляция моторики в тонком кишечнике.
- ❑ Пищеварение и всасывание в толстом кишечнике.
- ❑ Значение микрофлоры кишечника.
- ❑ Теория голода и насыщения.



Из желудка пищевая масса поступает в двенадцатиперстную кишку, где подвергается химическому воздействию пищеварительных соков поджелудочной железы, печени и кишечника.



# ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

## Основные компоненты секрета поджелудочной железы

Объем 1500-2000 мл/сут

pH 8,6-9,0

Вода 98,7%

Электролиты -  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$

Протеазы – трипсин, химотрипсин, карбоксипептидаза, эластаза

Липазы – липаза, фосфолипаза, холестеролипаза

Амилаза -  $\alpha$ -амилаза

Эндонуклеазы - рибонуклеаза, дезоксирибонуклеаза



# ГИДРОЛИТИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКА

фермент	Участок гидролиза
Эндопептидазы	Внутренние пептидные связи между соседними аминокислотными остатками
Трипсин	Пептидные связи между остатками основных аминокислот
Химотрипсин, эластаза	Пептидные связи между остатками ароматических аминокислот, концевые пептидные связи
Карбоксипептидазы	COOH - конец
Аминопептидазы	N - конец
$\alpha$ - Амилаза	1,4 гликозидные связи в полимерах глюкозы
Липаза	Эфирные связи в положениях 1 и 3 в триглицеридах
Рибонуклеаза	Фосфодиэфирные связи между нуклеотидами в РНК

## **Назначение панкреатического сока: -**

нейтрализация кислого содержимого в 12-ти перстной кишке ( чем выше кислотность химуса, тем выше продукция панкреатического сока, тем выше содержание бикарбонатов,

- гидролиз жиров, белков, углеводов, нуклеиновых кислот за счет полостного пищеварения.



# РЕГУЛЯЦИЯ СЕКРЕЦИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

активаторы	ингибиторы
Блуждающий нерв	Симпатический нерв
Секретин	Соматостатин
Холецистокинин	Кальцитонин
Гастрин	Глюкагон
Ацетилхолин	Норадреналин
Серотонин	ЖИП
Соляная кислота	Вазопрессин
Бомбезин	АКТГ
Инсулин	Панкреатический полипептид
ВИП	Энкефалины
Соли желчных кислот	ВИП
Продукты гидролиза	

# КИШЕЧНЫЙ СОК

Кишечный сок РН- 7,2- 8,6

В сутки 2,5 литра- бруннеровы и либеркюновы железы

Кишечный сок – мутный, вязкий (от муцина).

Неорганические вещества: бикарбонаты, хлориды, фосфаты натрия, калия, кальция.

Органические вещества кишечного сока: белки, аминокислоты, слизь, ферменты-

ПРОТЕАЗЫ - аминопептидаза, дипептидаза, энтерокиназа.

КАРБОГИДРАЗЫ: амилаза, мальтаза, лактаза, сахараза, липаза, эстераза, нуклеаза, фосфатаза



# ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЖЕЛЧИ

Объем 1000- 1800 мл/ сут

pH - 7,0- 8,0

Вода – 98, 7%

Электролиты -  $\text{HCO}_3^-$  ,  $\text{Ca}^{2+}$  ,  $\text{Mg}^{2+}$  ,  $\text{Zn}^{2+}$

Желчные кислоты

Холестерол

Фосфолипиды

Желчные пигменты



# ФУНКЦИИ ЖЕЛЧИ

- Эмульгирование жиров;
- Растворение продуктов гидролиза;
- Всасывание продуктов гидролиза и жирорастворимых витаминов;
- Повышают активность ферментов панкреатического сока;
- Нейтрализация кислого химуса;
- Стимулирование моторной и секреторной функции тонкого кишечника;
- Обеспечение иммунитета ( иммуноглобулина А).;
- Стимулирует пролиферацию и слущивание энтероцитов;
- Экскреция ( билирубин, порфирин, холестерол);



# ФУНКЦИИ ПЕЧЕНИ:

- Детоксикационная ;
- Регуляция углеводного обмена;
- Регуляция липидного метаболизма;
- Синтез белков;
- Образование желчи;



# РЕГУЛЯЦИЯ ЖЕЛЧЕОБРАЗОВАНИЯ (ХОЛЕРОЗ)

активация	угнетение
Блуждающий нерв	Симпатический нерв
Секретин	
Гастрин	
Холецистокинин	
Простагландины	
Желчные кислоты	
Пища	



# РЕГУЛЯЦИЯ ЖЕЛЧЕВЫДЕЛЕНИЯ (ХОЛЕКИНЕЗ)

активация	угнетение
Блуждающий нерв	Симпатический нерв
Секретин	Глюкагон
Гастрин	Кальцитонин
Холецистокинин	ВИП
Бомбезин	
Ацетилхолин	
Гистамин	
Пища	



## Основная функция тонкого кишечника.

1. Завершение пищеварения всех компонентов пищи, поступающей из желудка;
2. Всасывание в тонком кишечнике —
  - ❖ воды выпитой (2-2,5л),
  - ❖ пищеварительные соки (6-7 л),
  - ❖ аминокислоты,
  - ❖ глюкоза непосредственно в кровь,
  - ❖ жирные кислоты и глицерин в лимфу.
1. Формирование каловых масс и их эвакуация.



## НЕ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ:

**секреторная** - образование ферментов -  
дисахароз, дипептидаз, лизоцима и слизи;

**эндокринная**— образование комплекса  
кишечных гормонов:

*серотонина*

*холецистокинина*

*участвующие в стимуляции секреции ферментов  
12 перстной кишки и активности желчного  
пузыря ;*



*секретин - стимулирует образование жидкой части поджелудочного сока;*

*мотилин - стимулирует активность гладкомышечной ткани кишечника;*

*соматостатин- подавляет активность ферментов*

*вазоинтестинальный пептид- регулирует секреторную и двигательную активность кишечника.*



# ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ ПРОИСХОДИТ В 2 ФАЗЫ:

## 1. Полостной гидролиз.

Происходит при участии ферментов пищеварительных секретов, поступающих в полость тонкой кишки (поджелудочный сок, желчь, кишечный сок).

В результате полостного пищеварения крупномолекулярные вещества (полимеры) гидролизуются, в основном до стадии олигомеров.



## 2. Пристеночное и мембранное пищеварение.

Происходит в зоне слизистых наложений, находящемся под гликокаликсом, зоне гликокаликса и на поверхности микроворсинок.

Слой слизистых наложений содержит много ферментов. Питательные вещества, проходя через слой слизи, подвергается действию этих ферментов.

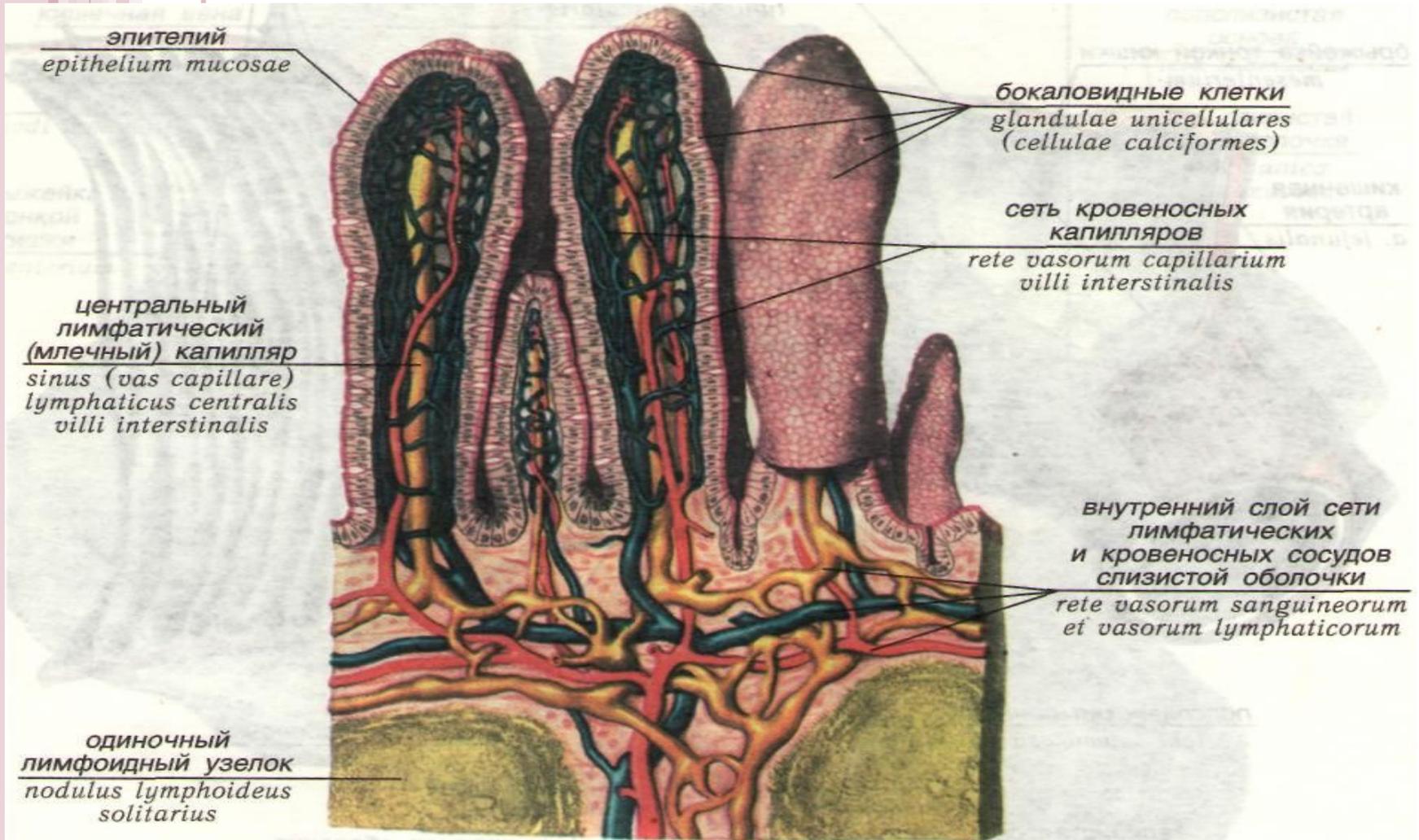


Гликокаликс адсорбирует из полости тонкой кишки ферменты пищеварительных соков, которые осуществляют промежуточные стадии гидролиза питательных веществ.

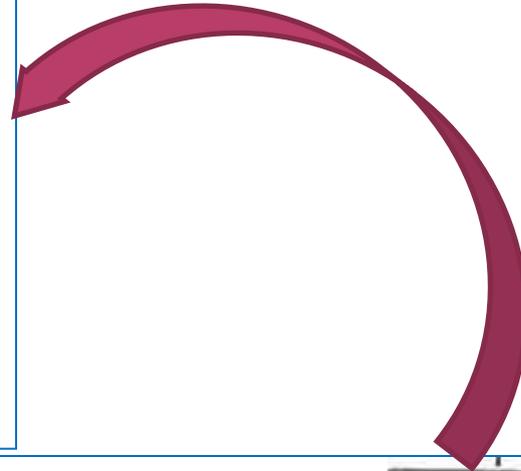
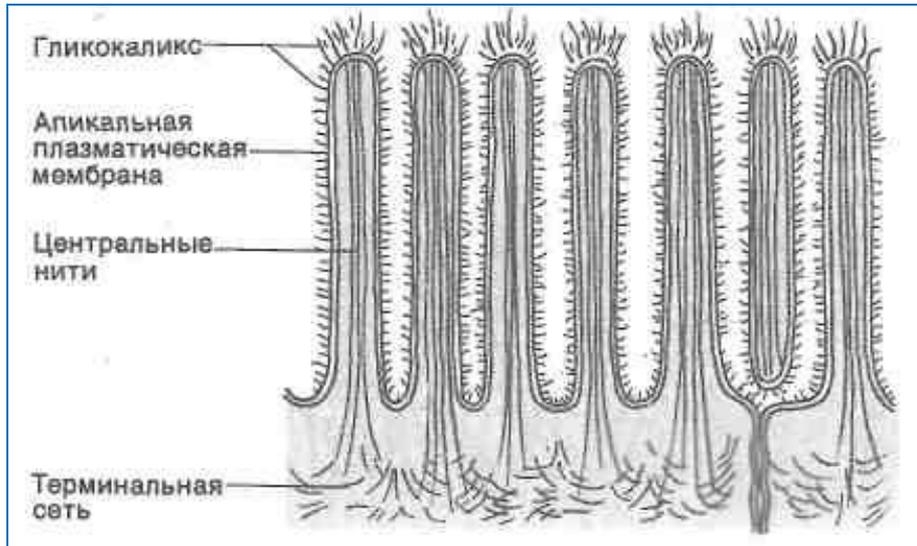
Продукты гидролиза поступают на апикальные мембраны энтероцитов, в которые встроены кишечные ферменты, осуществляющие мембранное пищеварение, в результате чего образуются мономеры способные всасываться.



# ВОРСИНКИ КИШЕЧНИКА

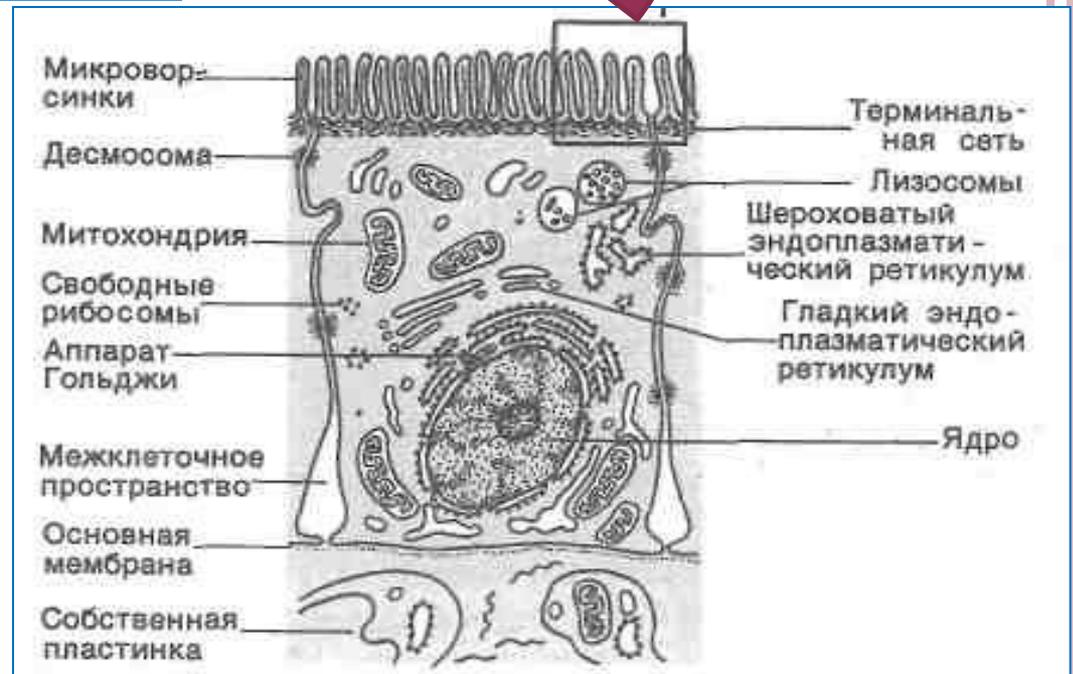


# Клетки кишечного эпителия.



100  
микроворсинок

*апикальная поверхность  
клетки*



## Переваривающе - всасывающая поверхность

Ферменты поджелудочной железы сначала *адсорбируются гликокаликсом*, а затем погружаются в него.

У основания слоя гликокаликса располагаются также **ферменты, связанные с мембраной** энтероцитов. Эти ферменты высвобождаются только после разрушения мембраны эпителиальной клетки.

В соответствии с концепцией **мембранного пищеварения** адсорбированные ферменты гидролитически расщепляют макромолекулярные вещества до олигомеров, а ферменты, связанные с мембраной до мономеров.



В мембране энтероцитов в непосредственной близости от связанных ферментов встроены *системы активного транспорта* (**переносчики**), отвечающие, за всасывание.

Вследствие такой сложной функции поверхности энтероцита ее называют **переваривающе-всасывающей поверхностью**.

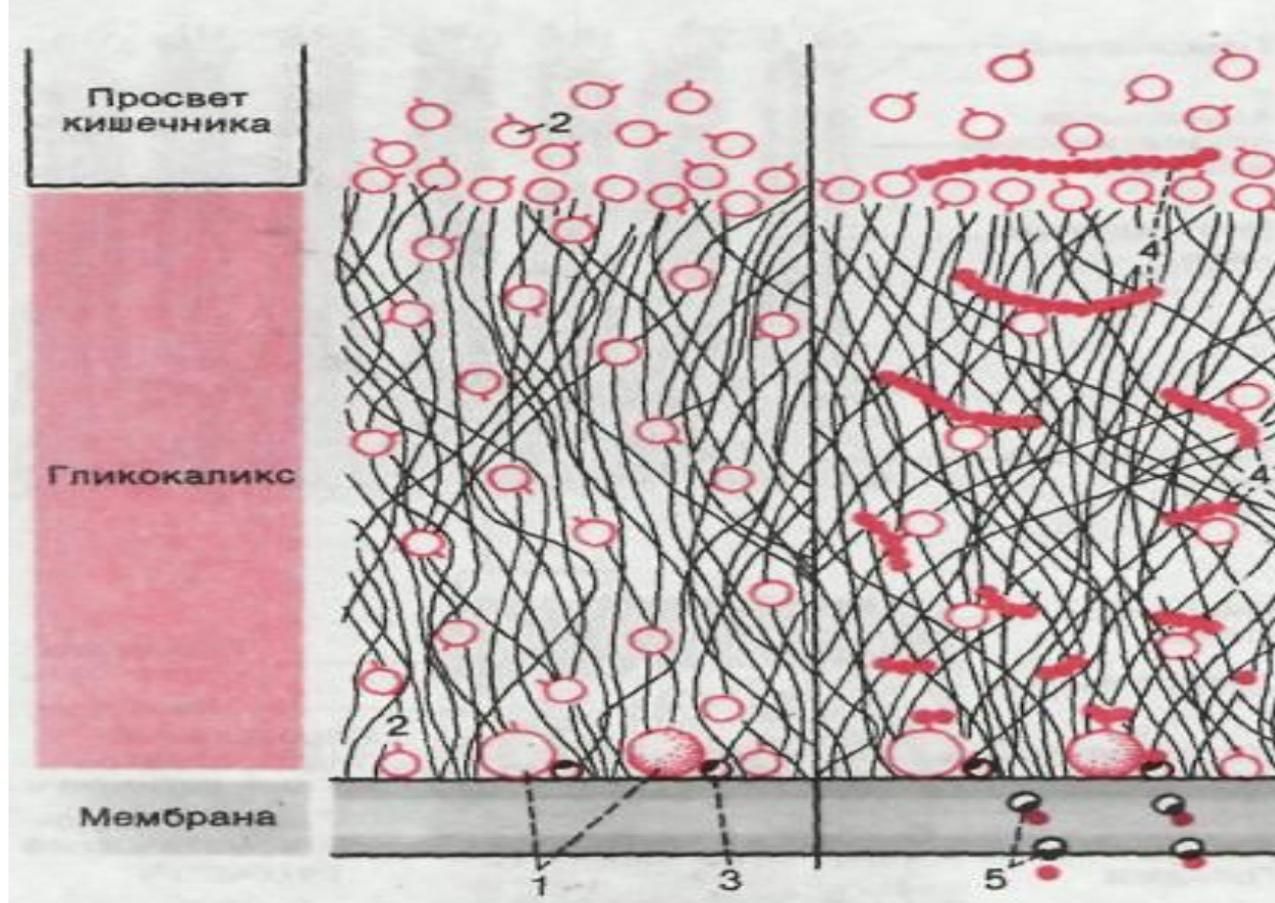


Клетки кишечного эпителия очень быстро обновляются. При этом они перемещаются из крипт слизистой оболочки к вершине ворсинок примерно за **24-36 ч**, а через **3 дня отторгаются**.

Ежедневно в просвет кишечника слущивается около **250 г** энтероцитов, что соответствует примерно **25 г белка**.

Белки, образующиеся из энтероцитов, а также выделяющиеся с пищеварительными соками (около 150 г в сутки), расщепляются, и большая часть продуктов их распада снова всасывается.





### Расположение ферментов

1. Ферменты связанные с мембраной,
2. ферменты пищеварительных соков ,
3. переносчики ,
4. взаимодействие ферментов с субстратами различных размеров ,
5. механизм переноса веществ через мембрану.



## Всасывание

- называют процесс переноса переваренных пищевых веществ из полости желудочно-кишечного тракта в межклеточное пространство, лимфу и кровь).
- Благодаря ритмичным сокращениям ворсинок улучшается контакт их поверхности с химусом и, кроме того, выдавливается лимфа из слепых концов проходящих в ворсинках лимфатических капилляров. Особое значение имеет кровоток в кишечнике, в частности в слизистой оболочке.
- Во время приема пищи брыжеечный кровоток у человека составляет около 400 мл/мин, а в разгар пищеварения - около 750 мл/мин.



## **МЕХАНИЗМЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ВСАСЫВАНИЯ В КИШЕЧНИКЕ**

- *Всасывание происходит главным образом в тонком кишечнике. Длина тонкого кишечника в целом у человека составляет около 2,8 м:*
  - 30 см - двенадцатиперстная кишка,
  - 120 см - тощая кишка,
  - 130 см -подвздошная кишка.
- образование циркуляторных и полулунных, пальцевидных выпячивание ворсинок и углубление крипты, увеличивают площадь тонкого кишечника в 8 раз.



- увеличение поверхности самих эпителиальных клеток за счет щеточной каемки или микроворсинок.
- Каждая клетка имеет до 100 микроворсинок. Её поверхность увеличивается в **5-10 раз**.
- В результате общая площадь поверхности увеличивается в **500 раз** и составляет **200-300 м<sup>2</sup>**.



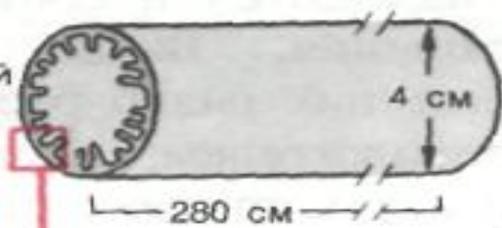
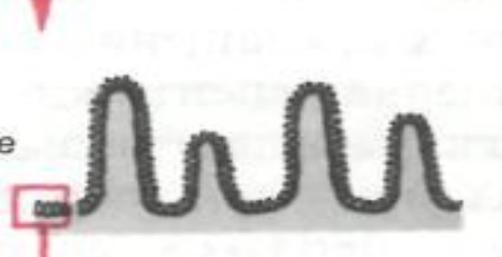
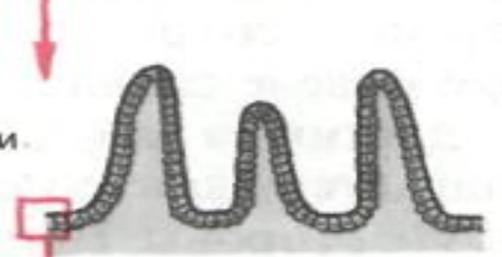
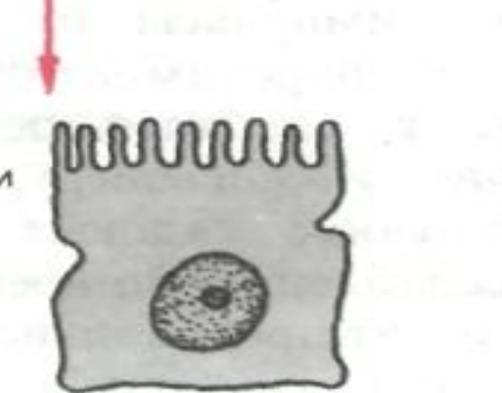
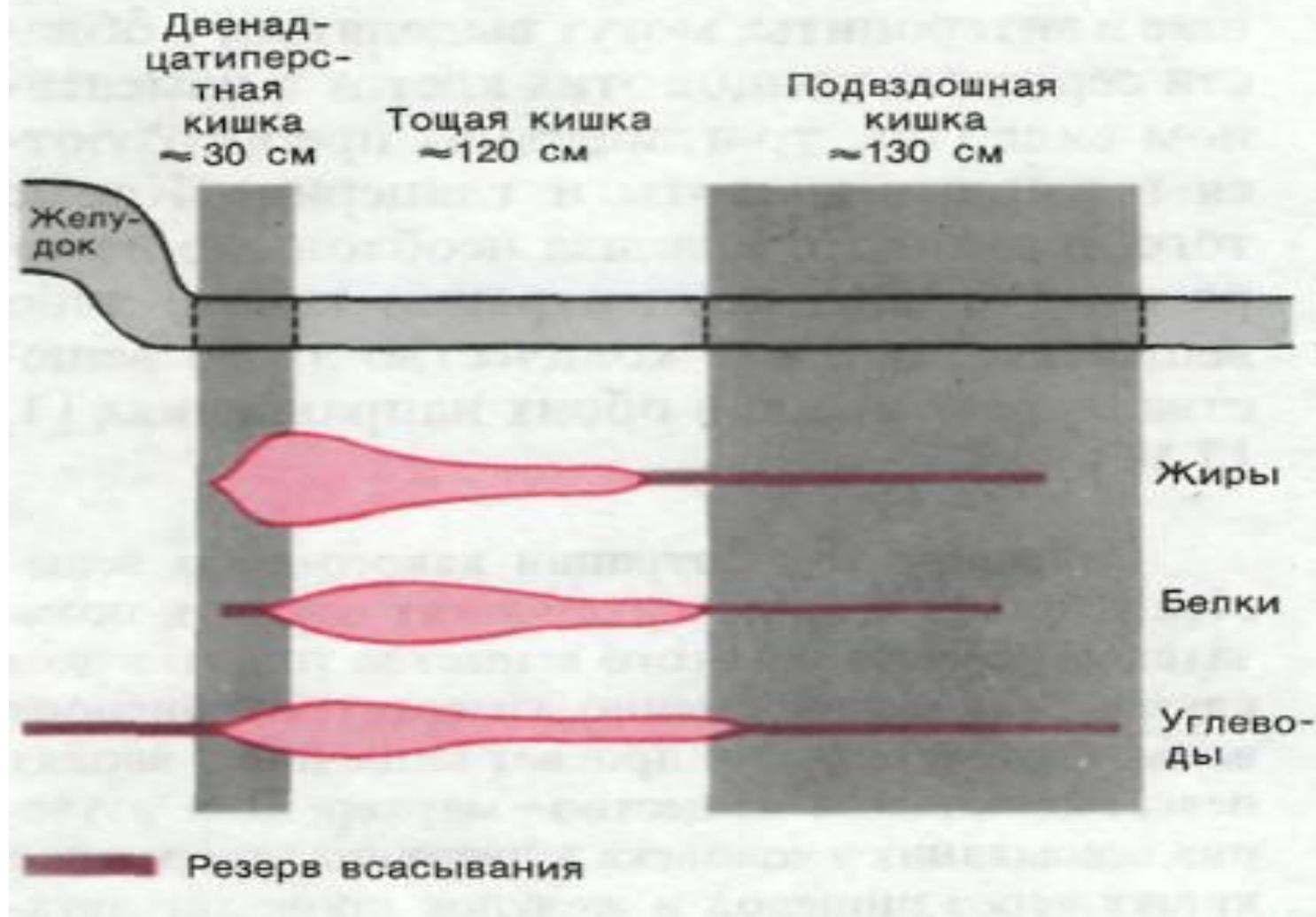
Структура	Относительное увеличение поверхности (поверхность цилиндра = 1)	Площадь поверхности, м <sup>2</sup>
<p>Цилиндрический отрезок кишечника</p> 	1	0,33
<p>Круговые складки</p> 	3	1
<p>Ворсинки</p> 	30	10
<p>Микроворсинки</p> 	600	200

Схема структур, увеличивающих поверхность слизистой тонкого кишечника





**Относительный объем всасывания жиров, белков и углеводов в различных отделах тонкого кишечника. Указана длина этих отделов**

# РЕГУЛЯЦИЯ ТОНКОГО КИШЕЧНИКА

## Нервная

**Парасимпатическая н.с.** усиливает выделение кишечного сока.

**Симпатическая н.с.** - тормозит выделение кишечного сока.

**Кора больших полушарий** усиливает моторику тонкого кишечника, но при отрицательных эмоциях - гнев, страхе моторику тормозит.

Моторику усиливает грубая пища, жиры, переваренная пища..

## Гуморальная

Гормоны энтеринной системы **гастроингибирующей пептид (ГИП),**

**вазоинтестинальный пептид (ВИП),**

**Мотилин**

**Вазопрессин**

**серотонин**- стимулируют выделение кишечного сока.

**Соматостатин** - тормозит активность кишечного сока.

Гормоны коры надпочечников стимулируют, усиливают выделение энтерокиназы.



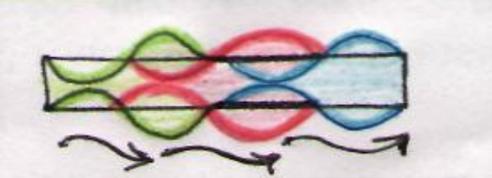
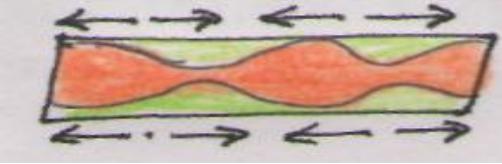
## Моторика в тонком кишечнике

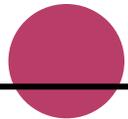
Способствует передвижению, измельчению, перемешиванию, гидролизу пищи и всасывание питательных веществ.

Моторика осуществляется за счет гладкомышечной ткани, координированному сокращению и расслаблению наружного продольного и внутреннего циркуляторного слоя мышц.

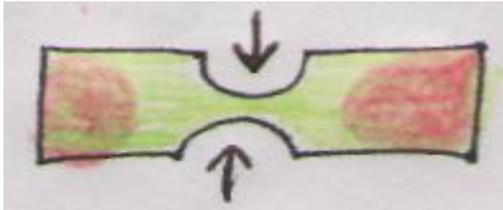
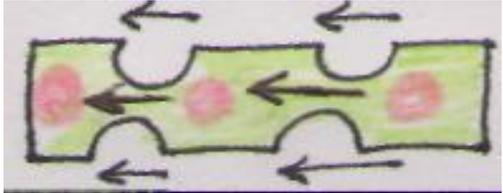


# ТИПЫ КИШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ:

Типы сокращения	Схема	Место
<p>1. <b>Ритмическая сегментация</b> <u>Функция:</u> перемещение химуса</p>		Тонкий и толстый к-к
<p>2. <b>Перистальтическое</b> сокращение</p> <p>а) <b>непропульсивное</b> – волна короткое расстояние, не предшествует расслаблению</p> <p>б) <b>пропульсивное</b> - волна сокращения различной силы распространяется со скоростью 0,1 -3 см/с, до 21 см/с на различные расстояния к-ка.</p> <p><u>Функция:</u> транспорт и перемещение химуса</p>		Желудок и тонкий к-к
<p>3. <b>Маятниковобразное</b> движение Передвижение химуса вперед и назад. <u>Функция:</u> контакт химуса со слизистой оболочкой.</p>		



## ТИПЫ КИШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ:

<i>Типы сокращения</i>	<i>Схема</i>	<i>Место</i>
<p><b>4. Тоническое</b> сокращение</p> <p>Импульс сокращения местный не распространяется и сужение происходит на длительное время.</p> <p><u>Функция</u>: разделение отделов.</p>		<p><b>Сфинктеры</b></p> <p><u>Анатомические</u>: ротовой, пилорический, анальный</p> <p><u>Функциональные</u>: кардиальный, бульбарный и др.</p>
<p><b>5. Антиперистальтическое</b> сокращение</p> <p><u>Функция</u>: передвижение химуса обратном направлении – оральной</p>		<p><b>Желудок и тон. к-к</b></p>



## Толстый кишечник

0,05 -0,06 литров кишечного сока,  
рН = 8,0-9,2 .

Длина толстого кишечника - 2 м.

Из тонкой кишки химус через сфинктер переходит в толстый кишечник.

В толстом кишечнике в 15-20 раз меньше ферментов чем в тонком кишечнике.

Ферменты- пептидазы, липазы, амилазы, щелочная фосфатаза, нуклеазы, они мало активны.

В сутки в толстый кишечник попадает 400 г химуса.



## Функция толстого кишечника:

1. Продолжается перевариваться химус;
2. Регулируется водно - солевого обмена;
3. Всасываются моносахариды;
4. Всасываются витамины;
5. Всасываются жирные кислоты;
6. Всасывается вода, до 95% (100-150мл);
7. Метаболическая функция – *участие в синтезе витаминов E, K и группы – B - синтезированных с помощью микрофлоры;*



1. Формируется кишечная флора (в 1кг до 10 миллионов)
1. Иммуно - биологическая защита;
1. Переваривается клетчатка и образуется пищевое волокно, которая регулирует деятельность толстого кишечника.
1. Также обогревает брюшную полость и весь организм;
1. Выделительная - удаляет обезвоженный фекалий.



# Значение микрофлоры толстого кишечника

- Механическая защита слизистой оболочки;
- Ингибирование патогенных и условно-патогенных микроорганизмов;
- Синтез ферментов;
- Синтез витаминов К, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>;
- Участие в обмене фосфолипидов, белков, желчных кислот



## Физиологические основы голода и насыщения

*Совокупность нейронов различных отделов центральной нервной системы, которые определяют пищевое поведение и регулируют пищеварительные функции человека и животного, называют **пищевым центром**.*

### Центры голода локализуются:

1. коре больших полушарий,
2. лимбической системе,
3. ретикулярной формации,
4. гипоталамусе.

Возбуждению ядер **голода** развивается **гиперфагия** - усиленное потребление пищи.

Разрушение этих ядер приводит к отказу от пищи - **афагии**.



## Теории чувства голода

1. Глюкостатическая теория - ощущение голода связано со снижением уровня глюкозы в крови.
2. Аминоацидостатическая - чувство голода создается понижением содержания в крови аминокислот.
3. Липостатическая - нейроны пищевого центра возбуждаются недостатком жирных кислот и триглицеридов в крови.
4. Метаболическая - раздражителем нейронов пищевого центра являются продукты метаболизма цикла Кребса.
5. Термостатическая - снижение температуры крови вызывает чувство голода.
6. Локальная теория - чувство голода возникает в результате импульсации от механорецепторов желудка при его «голодных» сокращениях.



## Теории насыщения

Насыщение возникает в результате возбуждения нейронов центра насыщения.

**1. Сенсорное насыщение** – первичное. Связано с торможением латеральных ядер гипоталамуса импульсами от рецепторов рта, желудка, возбуждаемых принимаемой пищей. В то же время возбуждение нейронов вентромедиальных ядер гипоталамуса приводит к поступлению в кровь питательных веществ из депо.

**2. Истинное - обменное насыщение** - вторичное. Наступает через 1,5 - 2 часа с момента приема пищи, когда в кровь поступают продукты гидролиза питательных веществ. Гормоны желудочно-кишечного тракта также играют важную роль в возникновении чувства голода и насыщения.



***Снижают потребление пищи*** - холецистокинин,  
соматостатин, бомбезин.

***Чувства голода формируют*** - пентагастрин, окситоцин.



## Задание на СРС:

1. Какую по физическим свойствам и химическому составу пищу рекомендуют при вялой моторике кишечника?
2. Почему после пересечения вегетативных нервов, иннервирующих толстую кишку, ее двигательная активность существенно не изменится?
3. Какова биологическая целесообразность торможения секреции кишечного сока при приеме пищи?

***Спасибо за внимание!***

