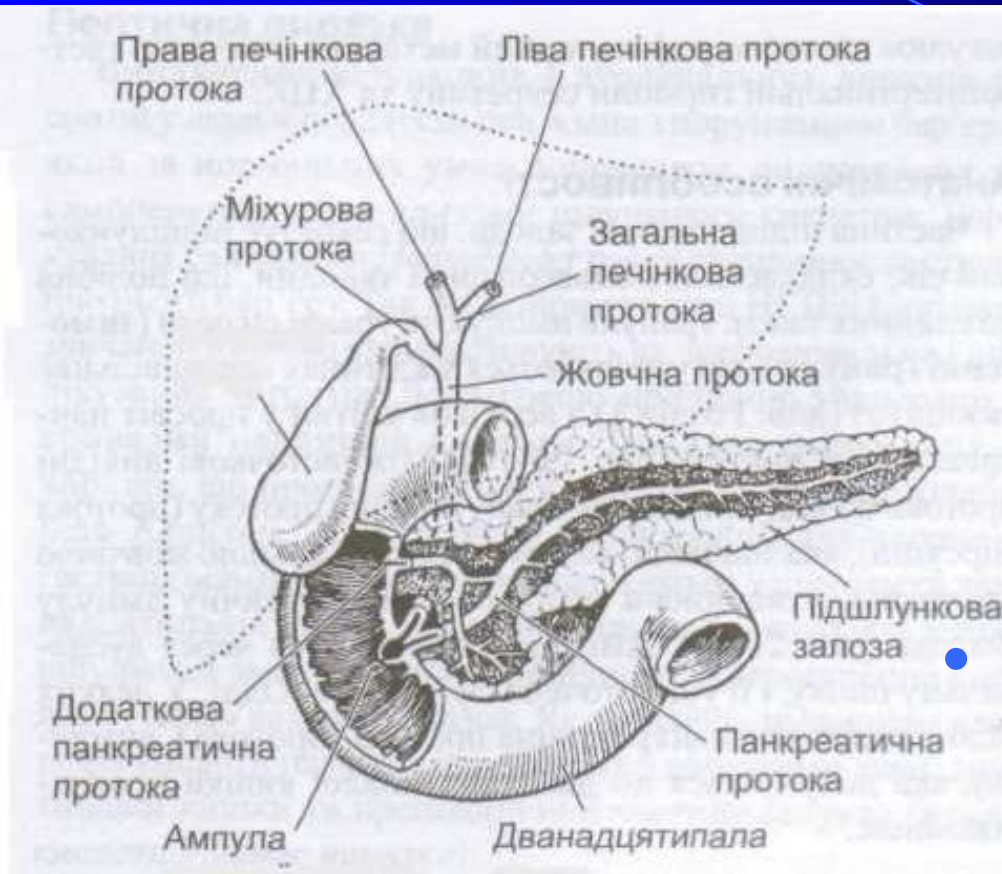


# Пищеварение в кишечнике

1. 12-ти перстная кишка
2. Тонкий кишечник
3. Толстый кишечник
4. Процессы всасывания
5. Моторика кишечника

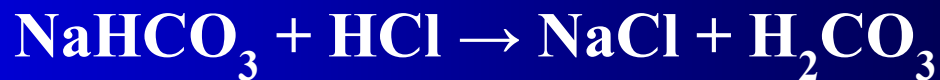
# 12-перстная кишка

- Основные процессы переваривания пищевых веществ, также как и всасывания, происходят в тонком кишечнике. Гидролиз различных соединений здесь осуществляется ферментами панкреатического и кишечного соков при участии желчи.
- Особенно велика роль начального участка - двенадцатиперстной кишки, куда открываются выводные протоки поджелудочной железы и печени.



# Состав сока поджелудочной железы

- Сок поджелудочной железы (за сутки 1,5-2,0 л сока) содержит наиболее полный состав ферментов, переваривающих белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты: несколько пептидаз, липазы, амилазы и нуклеазы. Все они активны в слабо щелочной среде (рН 7,0-8,0).
- Поэтому, поступивший сюда кислый химус должен быть доведен до указанного рН. Для нейтрализации кислого желудочного химуса в соке поджелудочной железы в большом количестве (до 125 ммоль/л) содержатся бикарбонаты, благодаря которым рН сока 7,8-8,5.
- Выделяемые в просвет двенадцатиперстной кишки бикарбонаты нейтрализуют кислоту:



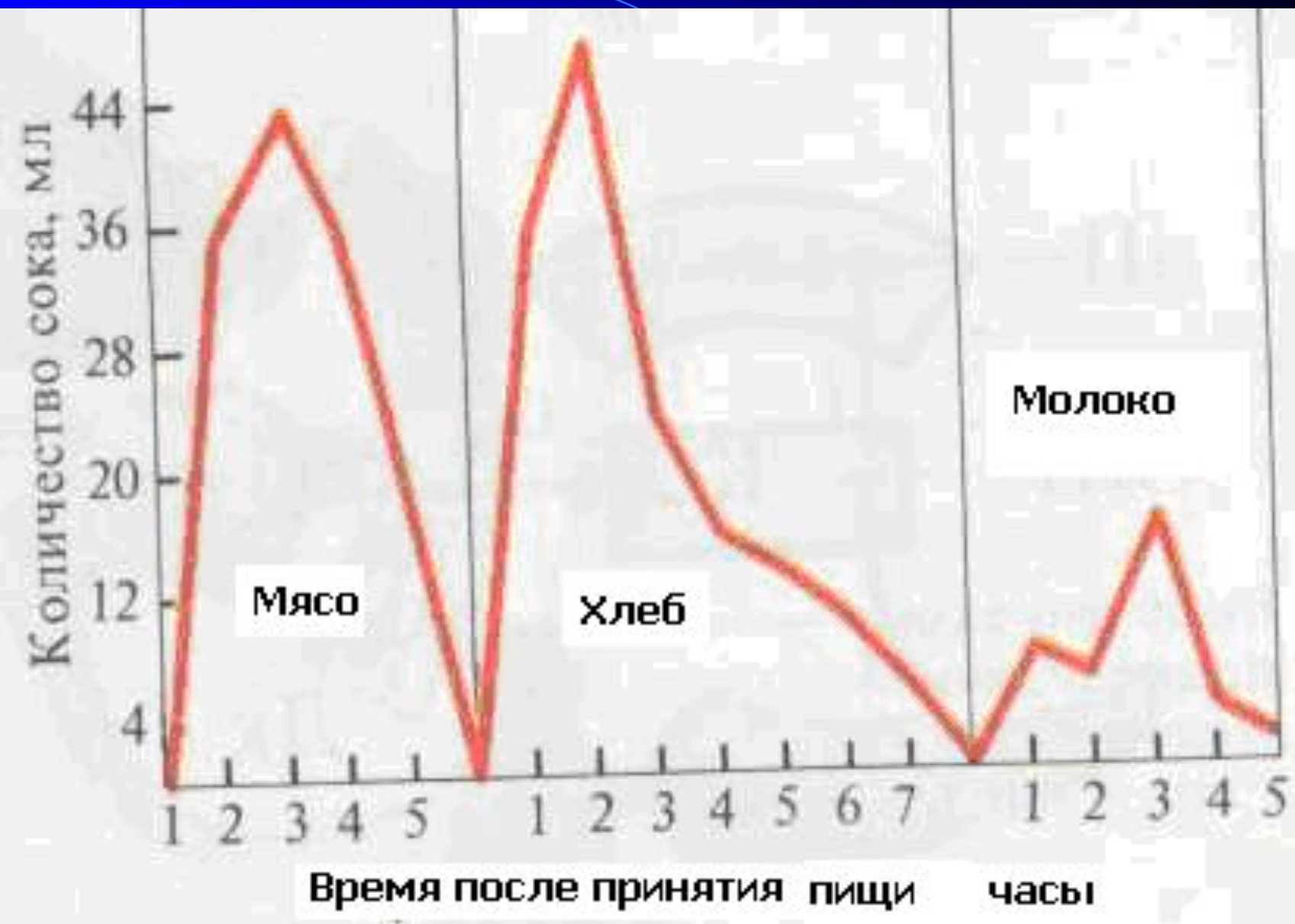
# Зимогены

- Вместе с электролитами в просвет ацинусов железы из пузырьков выливаются и зимогены. *Амилазы, липазы и нуклеазы* поступают из клеток в секрет сразу в активном состоянии, а *протеазы* образуются в ацинусах и хранятся в виде неактивных зимогенов.
- Основным предшественником протеаз являются трипсиноген, который в двенадцатиперстной кишке под влиянием образующегося здесь же специального фермента энтерокиназы трипсиноген превращается в трипсин: от С-конца отщепляется гектапептид - ингибитор трипсина. В последующем уже сам трипсин катализирует процесс активации, как следующих порций трипсиногена, так и остальных протеаз.

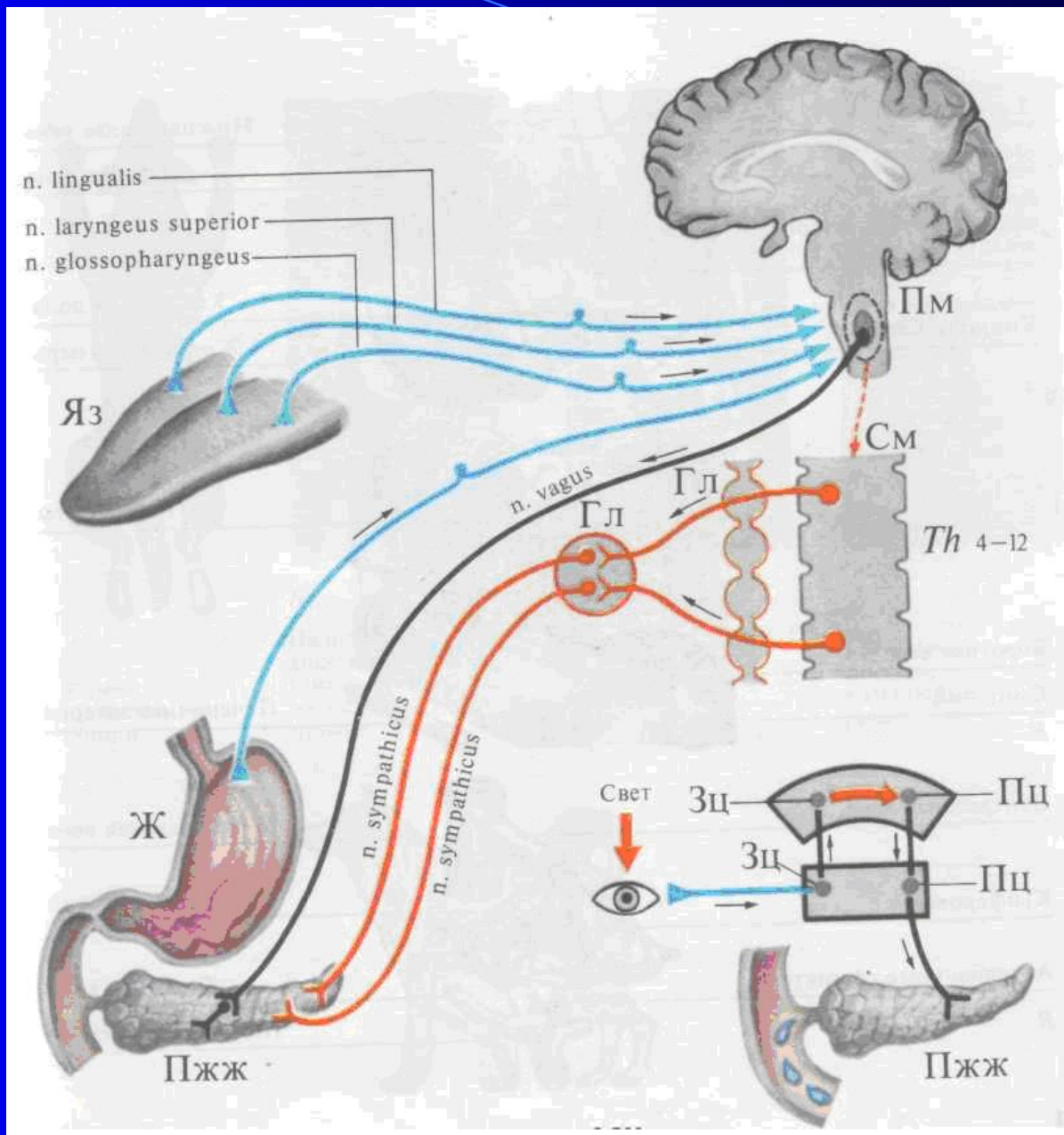
# Гидролиз

- Трипсин, а так же - химотрипсин, эластаза расщепляют внутренние связи белков с образованием пептидов и аминокислот.
- Альфа-амилаза поджелудочной железы расщепляет полисахариды до олиго-, ди- и моносахаридов.
- Нуклеиновые кислоты расщепляются рибо- и дезоксирибонуклеазами.
- На липиды действуют панкреатическая липаза, фосфолипаза А и эстераза, расщепляющие их до моноглицеридов и жирных кислот. Гидролиз жиров усиливается в присутствии  $\text{Ca}^{2+}$  и солей желчных кислот (поступают из печени).

# Выделение панкреатического сока



# Регуляция секреции поджелудочной железы







- Во время *желудочной фазы* продолжается безусловно-рефлекторное выделение сока, но здесь активно присоединяются уже и гуморальные факторы. Кроме двух основных ГИГ: *секретина и холецистокинин-панкреозимина* секрецию поджелудочной железы усиливают так же гастрин, серотонин, бромбезин, субстанция P, инсулин. Тормозится выделение сока ЖИП, ПП, глюкагоном, кальцитонином, соматостатином.
- Оба основных гормона резко усиливают выделение сока. Но, если *секретин стимулирует выделение сока, богатого бикарбонатами, то ХЦК-ПЗ - богатого ферментами*. Как и в желудке, наиболее сбалансировано выделение панкреатического сока при совместном влиянии блуждающего нерва и гормонов секретина и ХЦК-ПЗ.
- *Характер принятой пищи* влияет на выделение сока поджелудочной железой, главным образом, опосредованно, через выработку соответствующих гастроинтестинальных гормонов.

# Функции печени

- 1 - *биологический фильтр (барьер)* для крови, которая к ней притекает от органов пищеварительного тракта. В ней обезвреживаются ядовитые соединения, поступившие с пищей или образовавшиеся в кишечнике
- 2 - *обмен гормонов и витаминов*
- 3 – место образования большинства белков плазмы крови, образования мочевины, глутамина.
- 4 - обмен липидов (в ней синтезируются триглицериды, фосфолипиды, холестерин)
- 5 - *гликогенообразовательная*
- 6 - *экскреторная* функция (заключающаяся в выведении из организма более 40 соединений, которые синтезируются в самой печени или являются метаболитами крови)

# Состав желчи

| Компоненты желчи        | Печеночная | Пузырная |
|-------------------------|------------|----------|
| Вода, %                 | 95-98      | 86-92    |
| Сухой остаток, г/л      | 26         | 133,5    |
| соли желч. к-т          | 10-11      | 30-100   |
| жирные к-ты и<br>липиды | 1,4        | 3-12     |
| пигменты и муцин        | 5,3        | 9-20     |
| холестерин              | 0,6        | 2,6-9    |
| неорганические соли     | 8,4        | 6,5      |
| Ионы, моль/л            |            |          |
| Na <sup>+</sup>         | 145        | 130      |
| Fe <sup>2+</sup>        | 5          | 9        |
| Mg <sup>2+</sup>        | 2,5        | 6        |
| K <sup>+</sup>          | 100        | 75       |
| Ca <sup>2+</sup>        | 28         | 10       |
| pH                      | 7,3-8,0    | 6,0-7,0  |

# Функции желчи

- В кишечнике желчь выполняет следующие функции:
- 1) эмульгирует жиры, увеличивая их поверхность для гидролиза липазами;
- 2) образует комплексы с жирными кислотами, обеспечивая их всасывание;
- 3) повышает активность панкреатических и кишечных ферментов;
- 4) регулирует процесс желчеобразования;
- 5) оказывает бактериостатический эффект.

## КИСЛОТЫ

- Желчные пигменты (билирубин, биливердин) являются конечными продуктами распада гемоглобина, что обычно происходит в селезенке
- В гепатоцитах билирубин образует водорастворимые конъюгаты с глюкуроновой кислотой. С желчью в кишечник за сутки выделяется 200-300 мг билирубина, 10-20% которого реабсорбируется в виде уробилиногена, остальная часть выделяется с калом.
- В гепатоцитах из холестерина образуются желчные кислоты (холевая и хенодезоксихолевая). В желчи они соединяются с гликоколом и таурином. Обычно печеночная желчь содержит 75% гликохолиевых и 25% таурохолевых кислот.
- Желчные кислоты, обеспечивая процессы усвоения жира и 85-95% их в кишечнике активно реабсорбируются.



# Секреция собственных желез тонкого кишечника

- Небольшое количество слабощелочного сока, содержащего ферменты

# Тонкий кишечник

(ворсинки и микроворсинки СЛИЗИСТОЙ)

- Микроворсинки с гликокаликсом и ферментами, где заканчивается гидролиз, а через мембрану происходит всасывание.





# Ворсинка

- Внутри ворсинки имеются лимфатические и кровеносные капилляры, обеспечивающие отток всосавшихся продуктов.

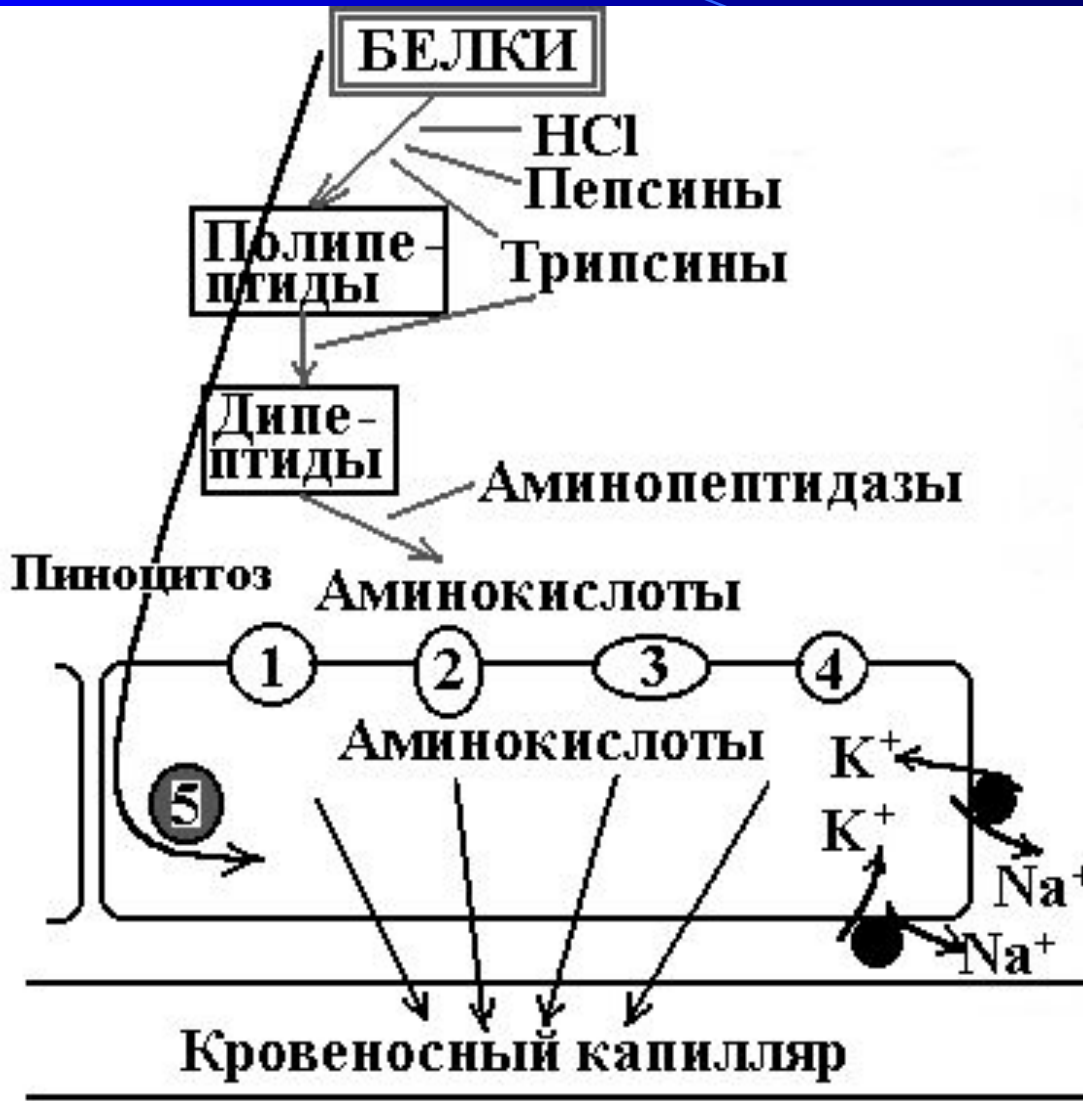


# Всасывание углеводов



Углеводы после гидролиза амилазами до моносахаров всасываются через эпителиальные клетки вторично-активным транспортом сопряженно с Na<sup>+</sup>. На базальной и латеральной мембранах работает Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-насос, создающий низкую концентрацию Na<sup>+</sup> внутри клеток.

# Всасывание аминокислот



Белки после гидролиза протеазами всасываются в виде аминокислот вторично-активным транспортом сопряженно с Na<sup>+</sup>.

На базальной мембране работает Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>-насос.

# Этапы

## всасывания ВОДЫ

Вода

(более 10 л)

всасывается

пассивно

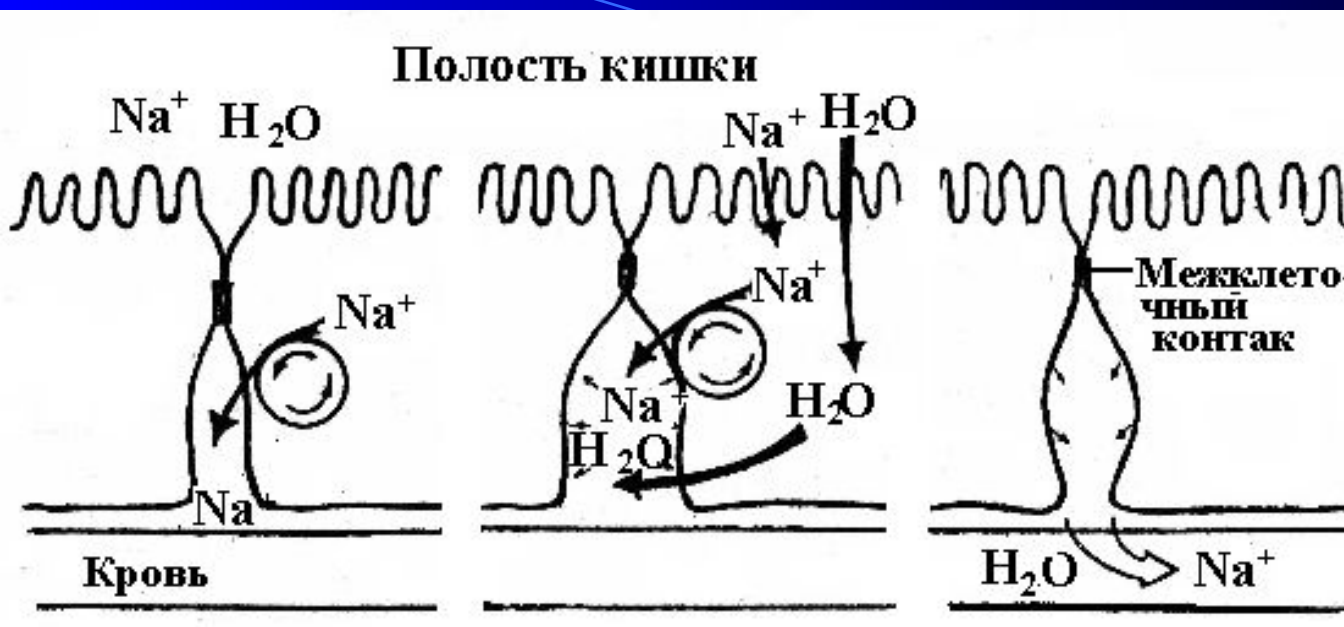
вслед за

всасыванием

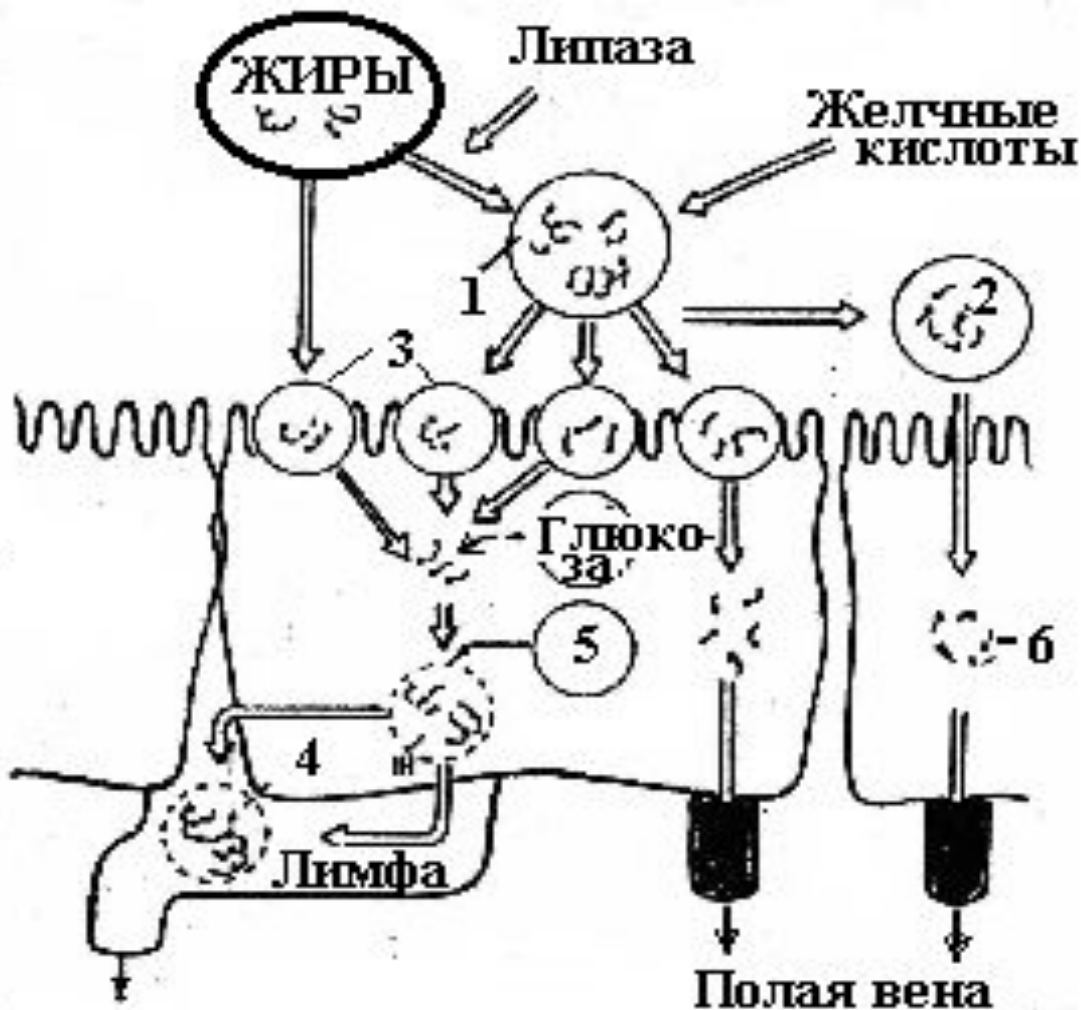
солей и

продуктов

гидролиза.



# Расщепление и всасывание жиров



- 1 - мицелла,
- 2 - жирные кислоты со средними цепями,
- 3 - встраивание в мембрану клетки,
- 4 - хиломикрон,
- 5 - липопротеины,
- 6 - жирные кислоты.

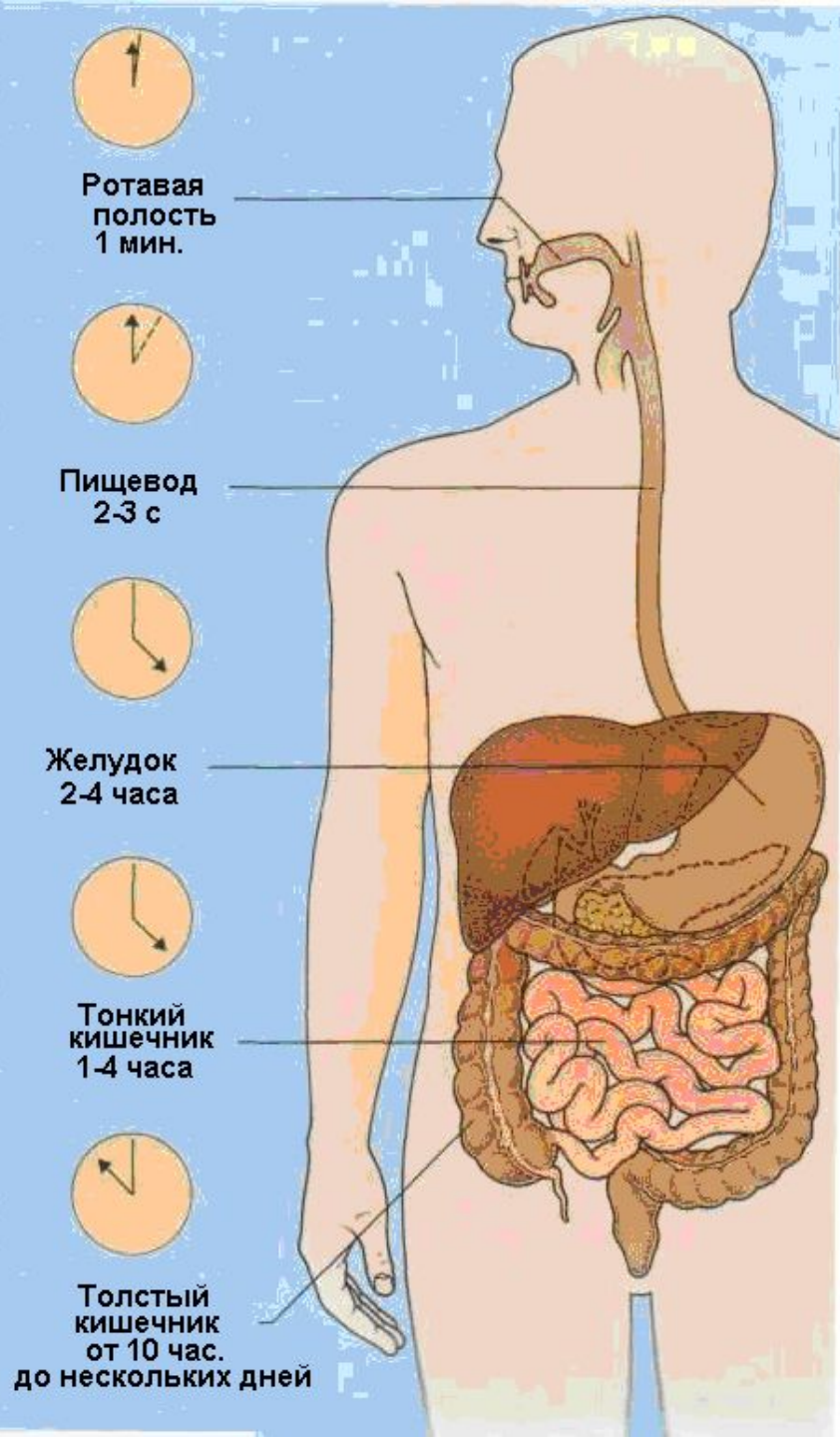
# Циркуляция желчных кислот



ЦИРКУЛЯЦИЯ ЖЕЛЧНЫХ КИСЛОТ

- 90-95% желчных кислот после того, как с их помощью произошло всасывание жирных кислот, сами всасываются и вновь возвращаются в печень (рециркуляция).
- Остальные – выводятся.

# Время пребывания пищи в отдельных органах ЖКТ



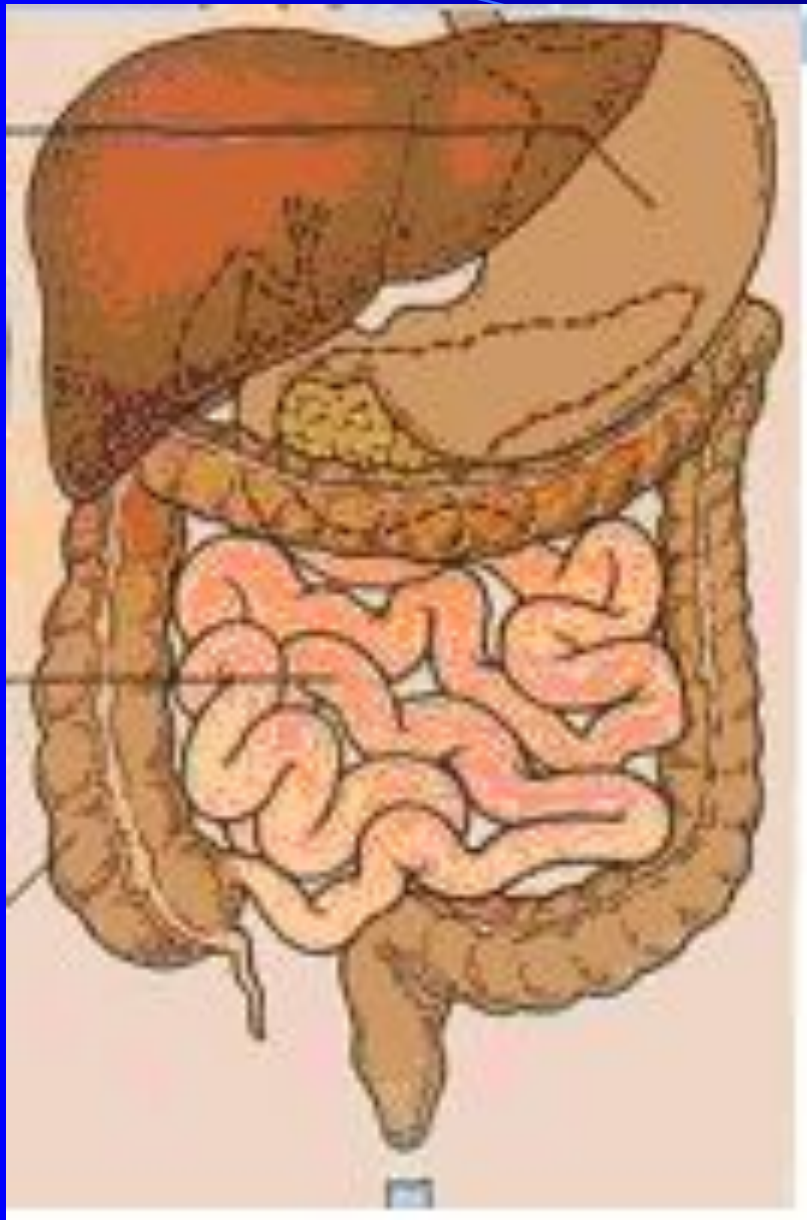
- Ротовая полость – 1 мин
- Пищевод – 2-3 с.
- Желудок – 2-4 часа
- Тонкий кишечник – 1-4 часа
- Толстый кишечник – от 10 часов до нескольких суток.

# Толстый кишечник

- Пищевой химус находится много часов (около 2 суток)

- Продолжается гидролиз под влиянием микрофлоры

- Осуществляется всасывание воды и некоторых соединений



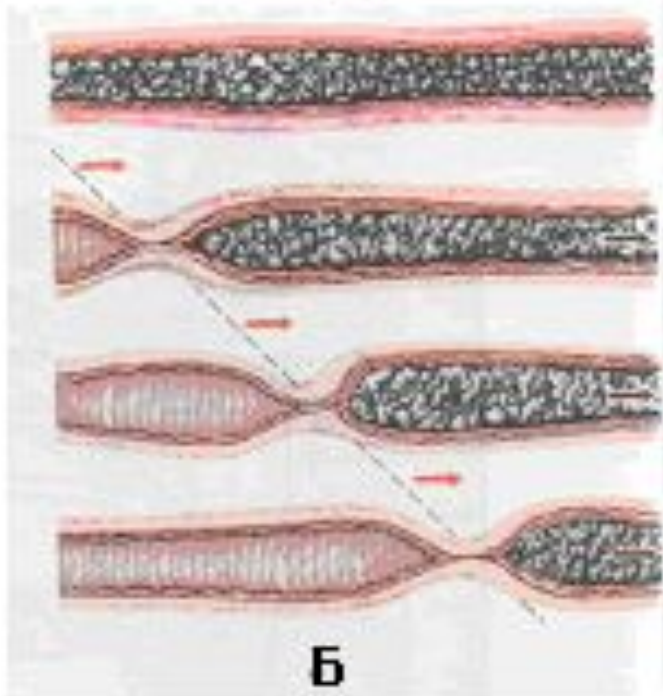
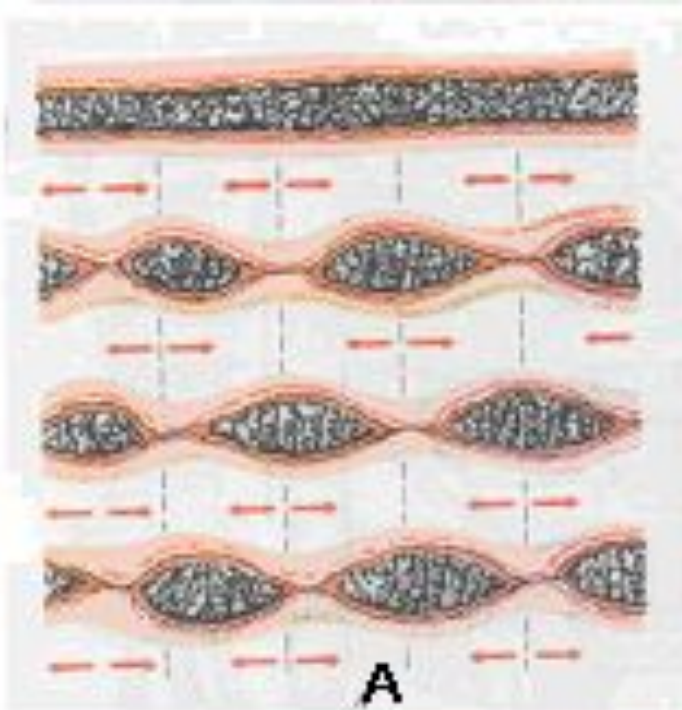


## **Микрофлора толстого кишечника осуществляет:**

- **а) конечное разложение остатков непереваренных пищевых веществ и компонентов пищеварительных секретов (процессы гниения и брожения);**
- **б) синтез витаминов (группы В, К) и других биологически активных веществ;**
- **в) участвует в обмене веществ;**
- **г) создание иммунного барьера путем подавления патогенных микроорганизмов;**
- **д) стимулирует развитие иммунной системы организма.**

# Моторика тонкого кишечника

- А. Сегментация (перемешивание пищевого химуса)
- Б. Перистальтика (продвижение пищевого комка)



# Иннервация ЖКТ

- Черная – парасимпатическая
- (стимуляция секреции и *перистальтики*)
- Красная – симпатическая
- (ингибция секреции и *перистальтики*)

