



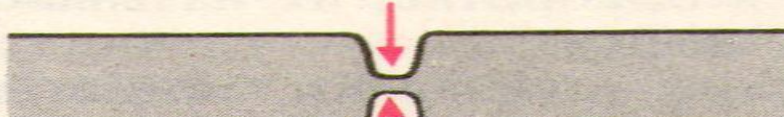
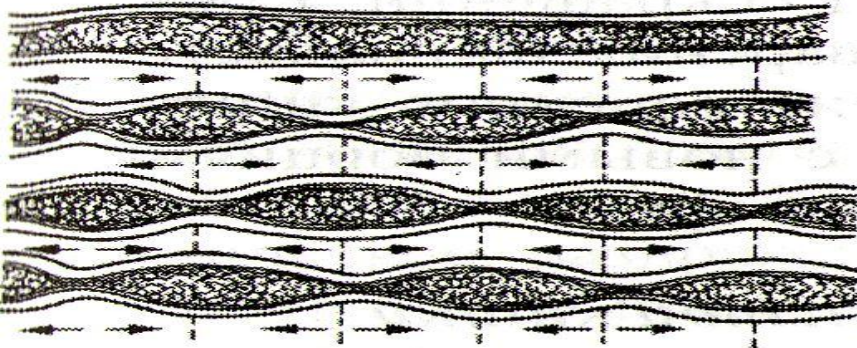
# ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

## Лекция 3

# Виды моторики тонкого кишечника

- **Ритмическая сегментация** – за счет сокращения циркулярной мускулатуры. Функция – **перемешивание** химуса с пищеварительными ферментами.
- **Маятникообразные сокращения** – в основном, за счет сокращения продольной мускулатуры (частично в эти движения вовлечена циркулярная). Функция – обеспечение **лучшего контакта** химуса со стенками кишечника.
- **Перистальтика** – координированные сокращения продольного и циркулярного мышечного слоя с целью перемещения химуса в орально-аборальном направлении.
- **Тонические сокращения** – повышение тонуса циркулярной и продольной мускулатуры. Для приведения емкости кишки в соответствие с объемом химуса и обеспечение тонуса сфинктеров
- **Антиперистальтика возможна во время рвоты**

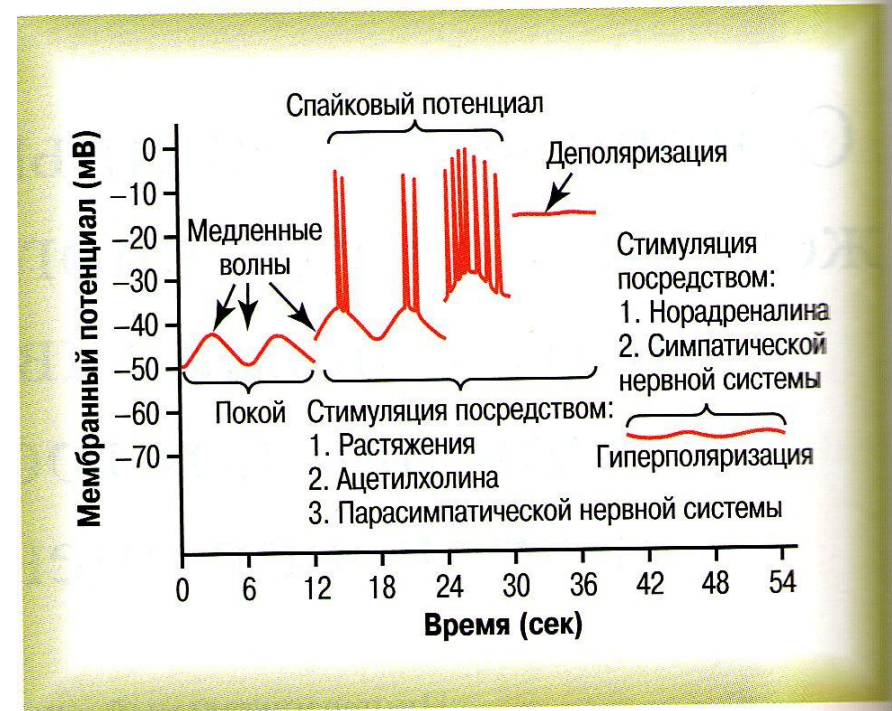
# Моторика тонкого кишечника

Вид моторики	Функция
 <p data-bbox="363 425 749 454">Перистальтика</p>	<p data-bbox="1116 274 1591 439">Проталкивание или перемешивание на небольшом участке либо обратная перистальтика</p>
 <p data-bbox="266 605 884 634">Ритмическая сегментация</p>	<p data-bbox="1116 519 1503 548">Перемешивание</p>
 <p data-bbox="266 862 846 891">Тоническое сокращение</p>	<p data-bbox="1116 668 1591 791">Блокада эвакуации Разделение (сфинктеры)</p>
	<p data-bbox="1058 1011 1591 1162">Обеспечение лучшего контакта химуса со стенками кишечника</p>

Маятникообразные сокращения

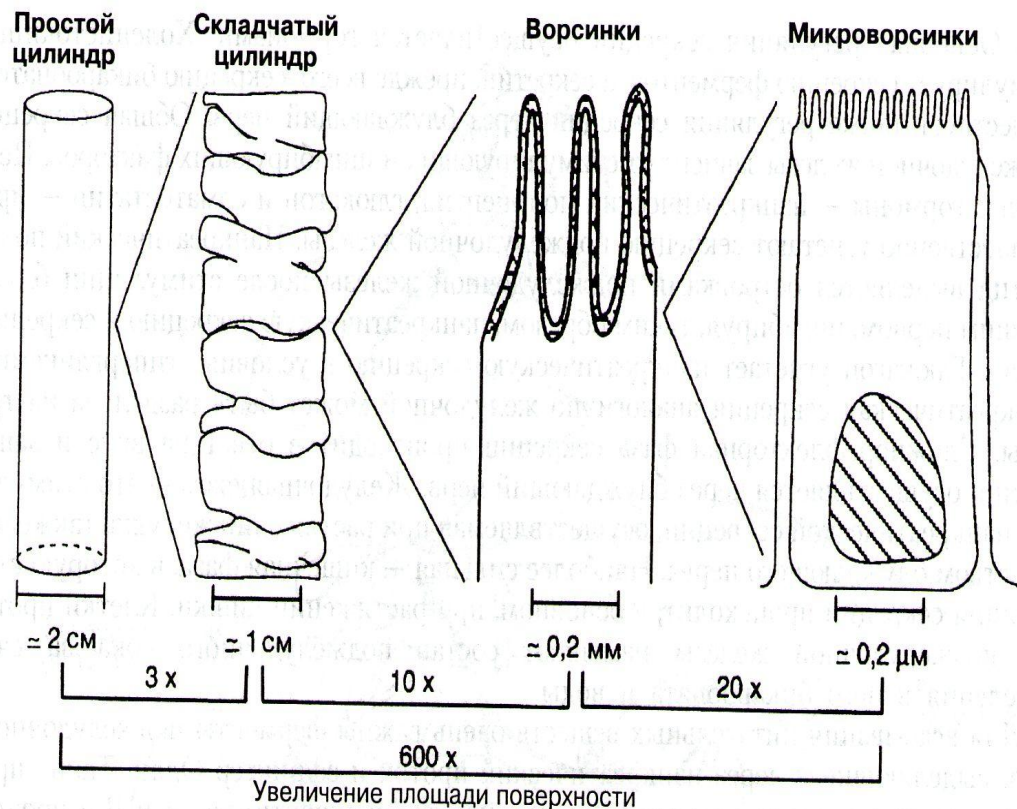
# Регуляция моторики тонкого кишечника

- Частота и сила сегментарных сокращений тонкого кишечника контролируются медленными волнами
- Частота медленных волн зависит от пейсмейкерных клеток в стенке кишечника. На нее **не влияет нервная активность или циркулирующие гормоны**
- чем больше амплитуда медленной волны, тем больше частота генерируемых ПД и тем больше сила сегментарных сокращений
- **a)** Гастрин, холецистокинин (ХЦК), мотилин и инсулин повышают амплитуду медленных волн.
- **b)** Секретин и глюкагон уменьшают амплитуду медленных волн.



Мембранный потенциал гладкой кишечной мускулатуры кишечника. Отмечены медленные волны, спайковые потенциалы, общая деполаризация и гиперполяризация. Все это происходит в результате различных физиологических состояний кишечника

Хотя тонкий кишечник всего около 5 м в длину, площадь его всасывательной (абсорбционной) поверхности составляет более 250 м<sup>2</sup>



Увеличение площади поверхности тонкой кишки за счет складок, ворсинок и микроворсинок. Цифры показывают степень увеличения площади всасывания по сравнению с гладкой поверхностью. Складки, ворсинки и микроворсинки вместе увеличивают площадь всасывания в 600 раз.

- Огромная площадь поверхности создается многочисленными **складками** слизистой оболочки с плотно расположенными **ворсинками**, которые устилают всю поверхность слизистой оболочки и **микроворсинками**, которые представляют собой многочисленные выросты поверхностей клеток, обращенных в просвет кишечника.
- Эпителиальные клетки, из которых «растут» микроворсинки, называются **энтероцитами**.
- Микроворсинки (около 1 мкм в длину и около 0,1 мкм в диаметре) придают слизистой оболочке тонкого кишечника вид **щеточной каемки**.

# Пристеночное пищеварение

Происходит:

- в слое слизистых наложений, находящемся над гликокаликсом;
- в зоне гликокаликса;
- на поверхности микроворсинок.

# Слой слизистых наложений

- Состоит из слизи, продуцируемой слизистой оболочкой тонкой кишки, и слущивающихся клеток кишечного эпителия
- Содержит высокие концентрации ферментов поджелудочной железы и кишечного сока

# Гликокаликс

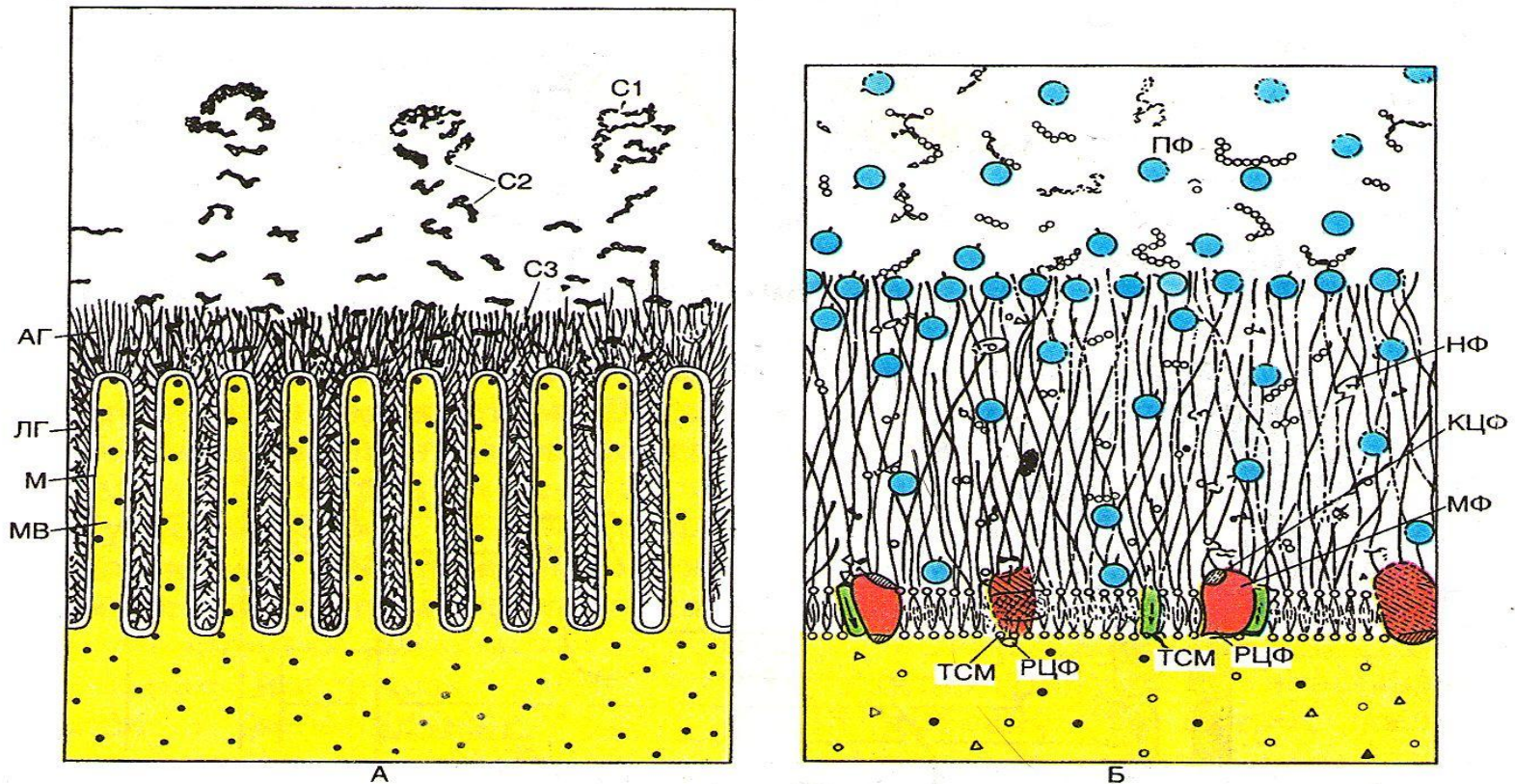
- Адсорбирует из полости тонкой кишки ферменты пищеварительных соков
- Адсорбированные ферменты осуществляют промежуточные стадии гидролиза всех основных питательных веществ
- Продукты гидролиза поступают на апикальные мембраны энтероцитов



# Поверхность энтероцитов

- В апикальные мембраны энтероцитов встроены кишечные ферменты, осуществляющие **собственное мембранное пищеварение**
- В результате образуются **мономеры, способные всасываться**
- Рядом с ферментами на мембранах расположены **белки транспортных систем - сопряжение конечного гидролиза и всасывания**

# Взаимоотношения полостного, пристеночного и мембранного пищеварения (по А.М.Уголеву)



АГ- апикальный гликокаликс, ЛГ- латеральный гликокаликс, М- мембрана, МВ- микроворсинки, С1, С2, С3 – субстраты, ПФ- панкреатические ферменты, ТСМ- транспортная система мембраны, РЦФ- регуляторные центры ферментов, КЦФ- каталитические центры ферментов, НФ- неферментные факторы

# Зонирование ворсинок

- Секреторная активность эпителиоцитов убывает от крипты к вершине кишечной ворсинки
- В верхней части ворсинки идет гидролиз дипептидов, у основания - дисахаридов

# Особенности пристеночного пищеварения

- Соразмерность поры с пищевой частицей
- Стерильность поры
- Большая всасывательная поверхность
- Высокая каталитическая способность микроворсинок (за счет их большой площади)
- Фиксация ферментов на микроворсинках
- Расположение ферментов «по фракциям», соответствующим последовательности обработки пищи
- Ориентация ферментов активным центром в просвет поры
- Полное и обязательное переваривание пищевой частицы (обеспечивается фиксацией, фракционным расположением и ориентацией ферментов)
- Повышенная концентрация ферментов в поре
- Сопряженность переваривания и всасывания: чем меньше частица, тем глубже она проникает в просвет поры, следовательно, тем ближе она расположена к всасывательной поверхности
- Связь с моторикой ЖКТ: маятникообразные движения способствуют лучшему контакту микроворсинок с пищевой частицей

# **Собственная секреция тонкого кишечника**

(рН 7,2-7,5 ,при max секреции – 8,6; 1,5-2,5 л/сут.)

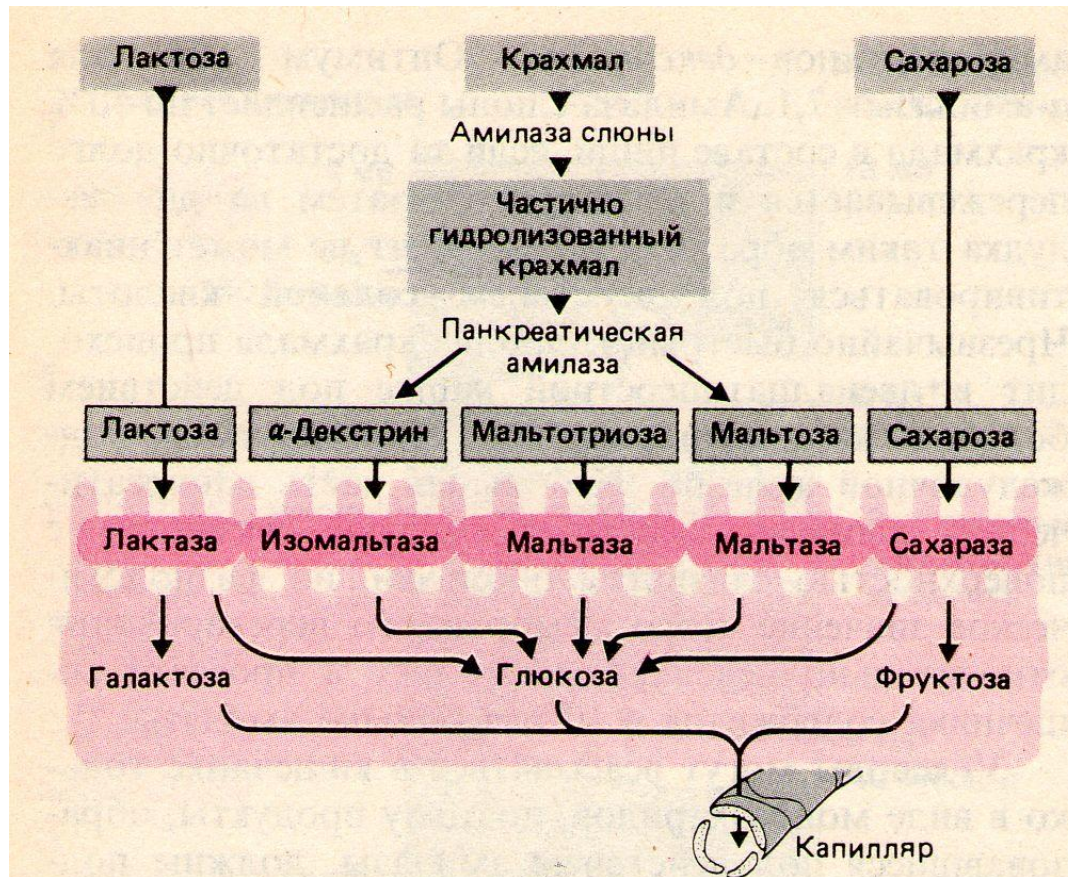
- 1. Слизь** предотвращает повреждение стенки кишечника соляной кислотой и химусом. Секретируется:
  - **Брунеровыми железами**, расположенными в двенадцатиперстной кишке;
  - **Бокаловидными клетками**, расположенными по всей длине эпителия тонкой кишки и в интестинальных криптах, которые называются **Либеркюновыми криптами (железами)**.
- 2. Ферменты**, способные разрушать низкомолекулярные пептиды и дисахариды, ассоциированы с микроворсинками эпителиальных клеток, выстилающих кишечник. Хотя эти ферменты не секретируются в просвет кишечника, они способны переваривать мелкие пептиды и дисахариды во время процесса всасывания.
- 3. Вода и электролиты** секретируется всеми эпителиальными клетками кишечника.

# Переваривание и всасывание углеводов.

- Три полисахарида в человеческой диете: сахароза (тростниковый сахар) и лактоза (молочный сахар) и крахмал, (**амилоза и амилопектин**).
- **Целлюлоза** в больших количествах присутствует в питании человека, но в **человеческом желудочно-кишечном тракте нет ферментов, способных ее переваривать.**
- Ежедневно человек потребляет 250-800 г углеводов, что составляет 50-60% диеты.

# Переваривание углеводов

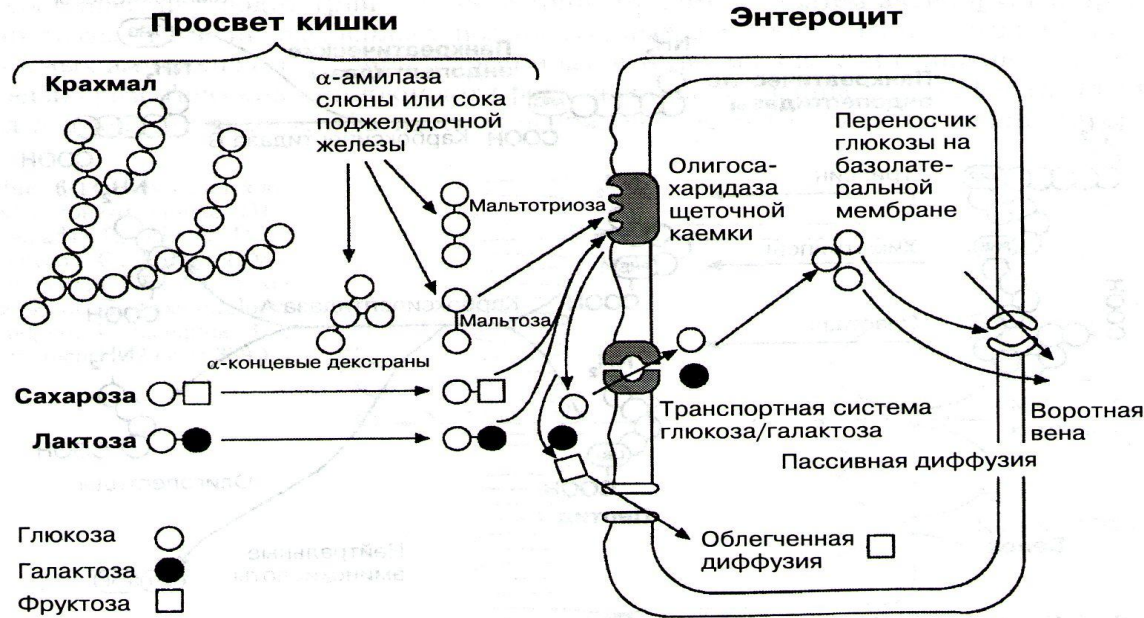
- Перед тем, как всосаться в желудочно-кишечном тракте, углеводы должны перевариться до моносахаридов.
- Хотя переваривание крахмала начинается еще в ротовой полости (альфа-амилазой слюны), почти все углеводы перевариваются в тонком кишечнике.
  - 1) Панкреатическая **альфа-амилаза** переваривает углеводы до различных **олигосахаридов**.
  - 2) Олигосахариды перевариваются до моносахаридов **ферментами щеточной каемки**, такими как **мальтаза, лактаза и сахараза**.
  - 3) Конечными продуктами переваривания углеводов являются **фруктоза, глюкоза и галактоза**.



Переваривание и всасывание углеводов. Ферментативный гидролиз ди- и олигосахаридов в щеточной каемке. Конечные продукты гидролитического расщепления углеводов панкреатическими ферментами и дисахариды, поступающие с пищей, расщепляются до моносахаридов в мембранах клеток щеточной каемки. Мономерными компонентами трех углеводов в центре рисунка служат только молекулы глюкозы



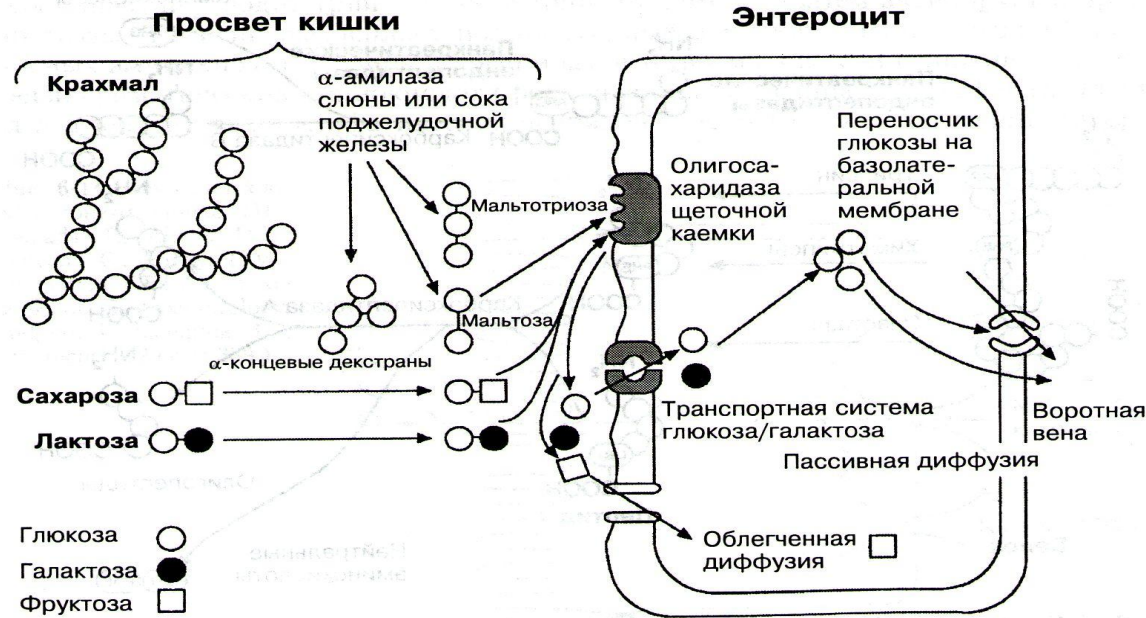
# Механизмы всасывания углеводов



Переваривание и всасывание углеводов.

- 1) **Глюкоза и галактоза всасываются обычной натрий-зависимой системой активного транспорта:**
  - а) Переносчик имеет два участка связывания: один – для натрия, а другой – для одной молекулы глюкозы или галактозы.
  - б) Т.к. натрий переносится по электрохимическому градиенту, для транспорта доступно большое количество энергии, таким образом, может всосаться почти вся глюкоза и галактоза, присутствующая в кишечнике.
- 2) **Фруктоза всасывается облегченной диффузией.** Всасывание фруктозы легко происходит, потому что в эпителиальных клетках кишечника большая часть фруктозы превращается в глюкозу и молочную кислоту, таким образом поддерживается высокий концентрационный градиент для диффузии.

# Механизмы всасывания углеводов (продолжение)



Переваривание и всасывание углеводов.

- 3) После поступления в энтероциты моносахариды транспортируются через базолатеральную мембрану по механизму облегченной диффузии. Затем они диффундируют из интерстициального пространства тонкой кишки в капилляры ворсинок.
- 4) Всасывание моносахаридов не регулируется. Кишечник способен всасывать более 5 кг сахарозы ежедневно.

# Нарушение всасывания углеводов

- Неабсорбированные углеводороды действуют как осмотически активные частицы и удерживают воду в просвете кишечника, что приводит к диарее.
- Микрофлора тонкого и толстого кишечника метаболизирует невсосавшиеся углеводы, продуцируя как различные газы: водород, метан и углекислый газ-, так и всевозможные вещества, раздражающие тонкую кишку.
- **Непереносимость лактозы** – наиболее частая причина нарушения всасывания углеводов. Она происходит в результате неспособности бокаловидных клеток производить **фермент лактазу**.

# Переваривание и всасывание белков

Ежедневная потребность взрослого человека в белках составляет 0,5-0,7 г /кг веса. Для детей 1-3-х лет она составляет 4 г/кг веса.

**Источники протеина.** Протеин, который находится в кишечнике, поступает из двух источников:

- (1) Эндогенный протеин (30-40 г/день)** – белковые включения пищеварительных секретов и белковые вещества десквамированных клеток.
- (2) Экзогенный протеин (75-100 г/день)** – белок поступающий с пищей

# Ферменты для переваривания белка

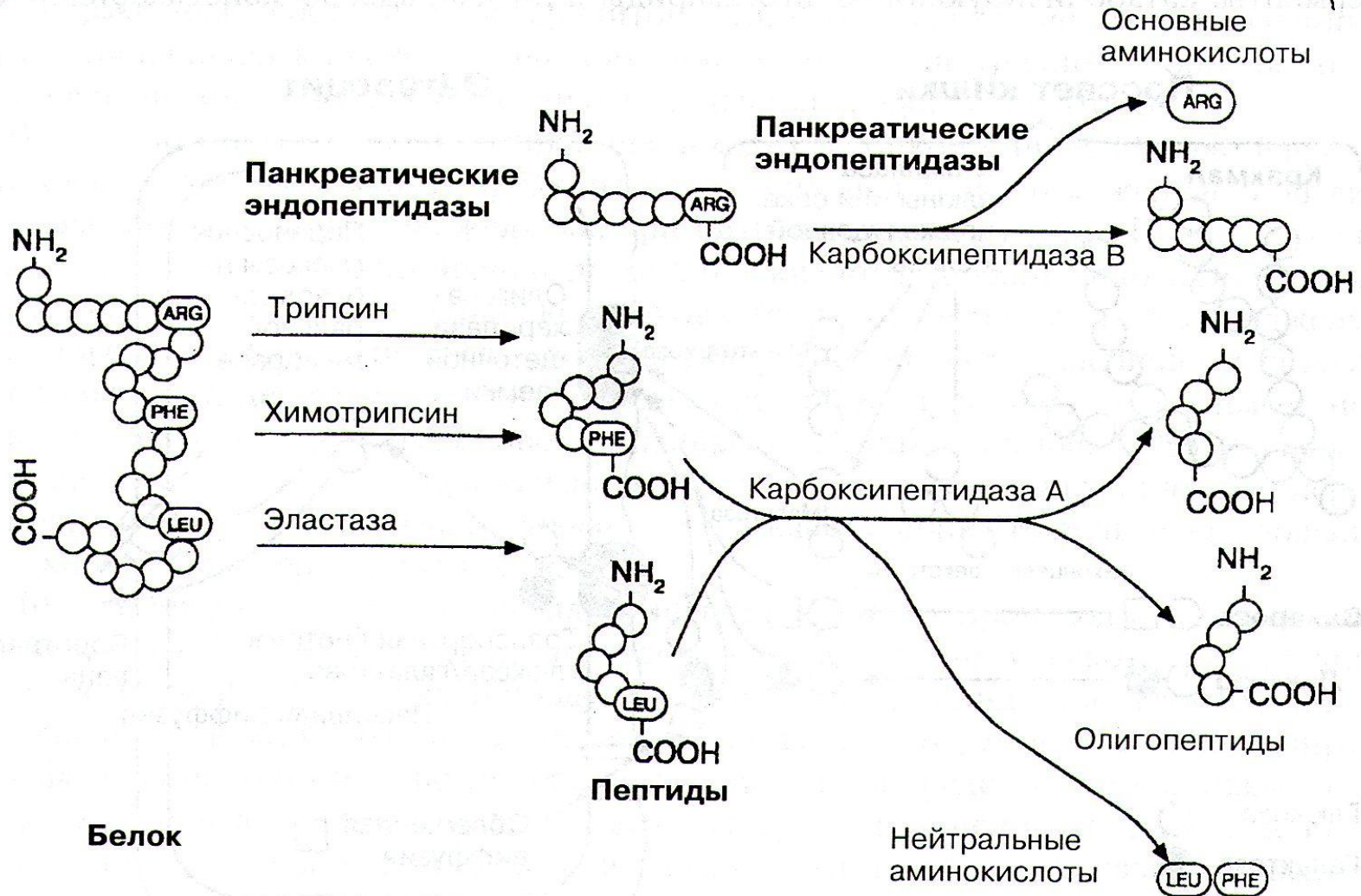
- Белок должен быть переварен до мелких полипептидов и аминокислот, прежде чем он подвергнется всасыванию.
- 1) Около 10-15% белка, поступающего в ЖКТ, переваривается **желудочным пепсином**, который секретруется главными клетками. Переваривание белка в желудке является важным, прежде всего, потому, что продукты переваривания белка действуют как стимуляторы секреции протеаз панкреатического сока.

# Ферменты для переваривания белка (продолжение)

- 2) **Панкреатические протеазы** играют основную роль в переваривании белка. Протеазы секретируются в неактивной форме и должны быть активированы в тонком кишечнике.
- а) **Энтерокиназа**, фермент, секретируемый эпителиальными клетками двенадцатиперстной и тощей кишки, переводит неактивный трипсиноген в активный трипсин.
  - б) **Трипсин** затем автокатализирует превращение трипсиногена в трипсин, а также активирует другие протеазы.
- 3) **Пептидазы, секретируемые интестинальными эпителиальными клетками**, продолжают пищеварительный процесс, начатый панкреатическими протеазами, в свою очередь, превращая непереваренные протеины в мелкие полипептиды и аминокислоты.

# Панкреатические протеазы

Просвет тонкой кишки



Переваривание белка в просвете кишки панкреатическими протеазами.

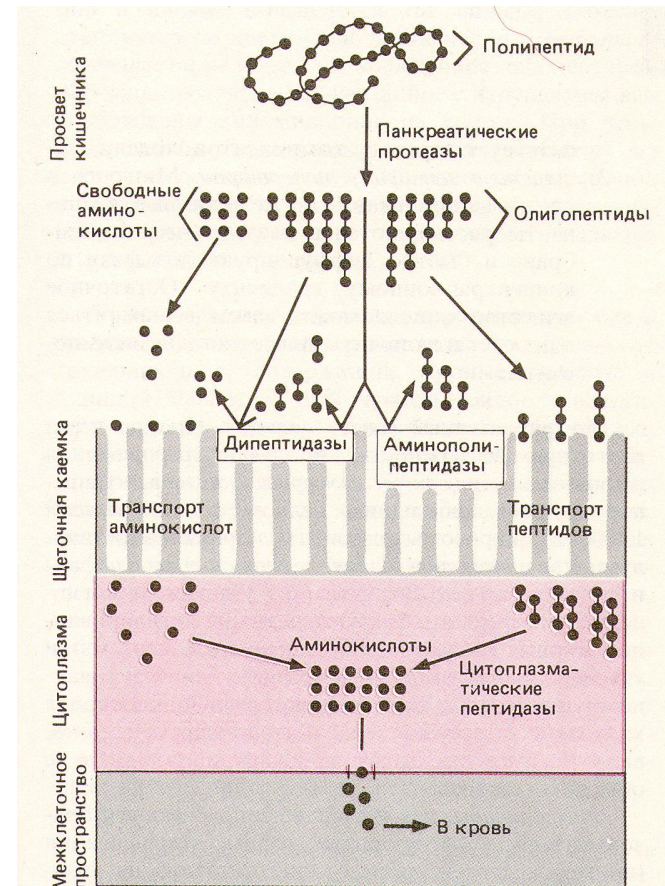
# Механизмы всасывания аминокислот и полипептидов

- Разнообразные **натрий-зависимые системы активного транспорта** идентифицированы для транспорта трипептидов, дипептидов и аминокислот.
- Для всасывания основных, кислых и нейтральных аминокислот существуют отдельные переносчики.
- Существует, по крайней мере, две различные системы для транспорта полипептидов.
- Трипептиды и дипептиды всасываются в больших количествах, чем аминокислоты.
- Полипептиды, состоящие более чем из трех аминокислотных остатков, плохо всасываются.



# Всасывание полипептидов и аминокислот

- Попав в энтероциты, некоторые из полипептидов перевариваются внутриклеточными пептидазами до аминокислот.
- Аминокислоты и оставшиеся полипептиды транспортируются через базолатеральную мембрану энтероцита посредством облегченной диффузии. Затем они поступают в капилляры ворсинок посредством простой диффузии.
- Почти все непереваренные протеины всасываются в тонком кишечнике. Любые протеины, которые обнаруживаются в экскрементах, являются производными бактерий толстого кишечника или компонентами остатков слущенных клеток кишечника.



Переваривание и всасывание белков. Просвет кишечника: расщепление полипептидов до олигопептидов, ди- и трипептидов и аминокислот. Мембраны клеток щеточной каемки: дальнейшее расщепление специфическими пептидазами и поглощение аминокислот и олигопептидов. Цитоплазма: расщепление ди- и олигопептидов цитоплазматическими пептидазами до аминокислот. Базальная мембрана: выход аминокислот из клетки в кровь

# Переваривание и всасывание жиров

Ежедневное потребление жира - от 25 до 160 г.

- Переваривание липидов в ротовой полости и желудке очень незначительно, если вообще такое происходит.
- Жиры в пищеварительном тракте всасываются **пассивной диффузией**.
- Прежде, чем жиры смогут всосаться, они сначала должны перейти в водорастворимую форму. Для солюбилизации липидов требуются **желчные кислоты**.

# Панкреатические липазы

- a) **Панкреатическая липаза** отщепляет жирные кислоты от 1 и 1' – положения триглицеридов, оставляя 2-моноглицерид.
- b) **Холестерол-эстераза** отщепляет жирную кислоту от эфиров холестерина, оставляя свободный холестерол.
- c) **Фосфолипаза A2** отщепляет жирные кислоты от фосфолипидов, таких как фосфотидил-холин.

**Эмульгирование липидов.** Липиды должны быть разбиты на маленькие капельки (менее, чем 1 мкм в диаметре) или эмульгированы на жировые глобулы желчными кислотами и лецитином (компоненты желчи) до того, как они переварятся.

Переваривание жиров панкреатическими липазами происходит очень быстро после эмульгирования, т.к. соотношение поверхность/объем у маленьких глобул очень велико.

# Формирование мицелл

- Эмульгированные продукты переваривания липидов (моноглицериды, холестерол) должны сформировать мицеллы, прежде, чем они смогут всасываться.
- **Мицеллы** – это маленькие (около 5 нм в диаметре) агрегаты, содержащие 20-30 молекул липидов и желчные соли.
- **Желчные соли** находятся снаружи мицеллы. 2-моноглицериды и лизофосфатиды направлены своими гидрофобными цепочками внутрь мицеллы и своими полярными концами в окружающую водную фазу. Холестерол и жирорастворимые витамины локализованы внутри жирорастворимого содержимого мицеллы.

# Всасывание липидов и желчных солей из мицелл

1. Мицеллы движутся по поверхности микроворсинок, позволяя своим липидам диффундировать через мембрану микроворсинок в энтероциты.
2. Липиды, холестерол и жирорастворимые витамины быстро удаляются из мицелл, как только мицелла входит в контакт с микроворсинкой.
3. **Лимитирующей стадией** процесса всасывания липидов является миграция мицелл из интестинального химуса к поверхности микроворсинок.
4. Желчные соли, освободенные от ассоциированных с ними липидов, всасываются в терминальных отделах подвздошной кишки за счет процесса натрий-зависимого активного транспорта.
5. В норме всасываются все поглощенные липиды. Жир, который присутствует в экскрементах, является дериватом интестинальной флоры.

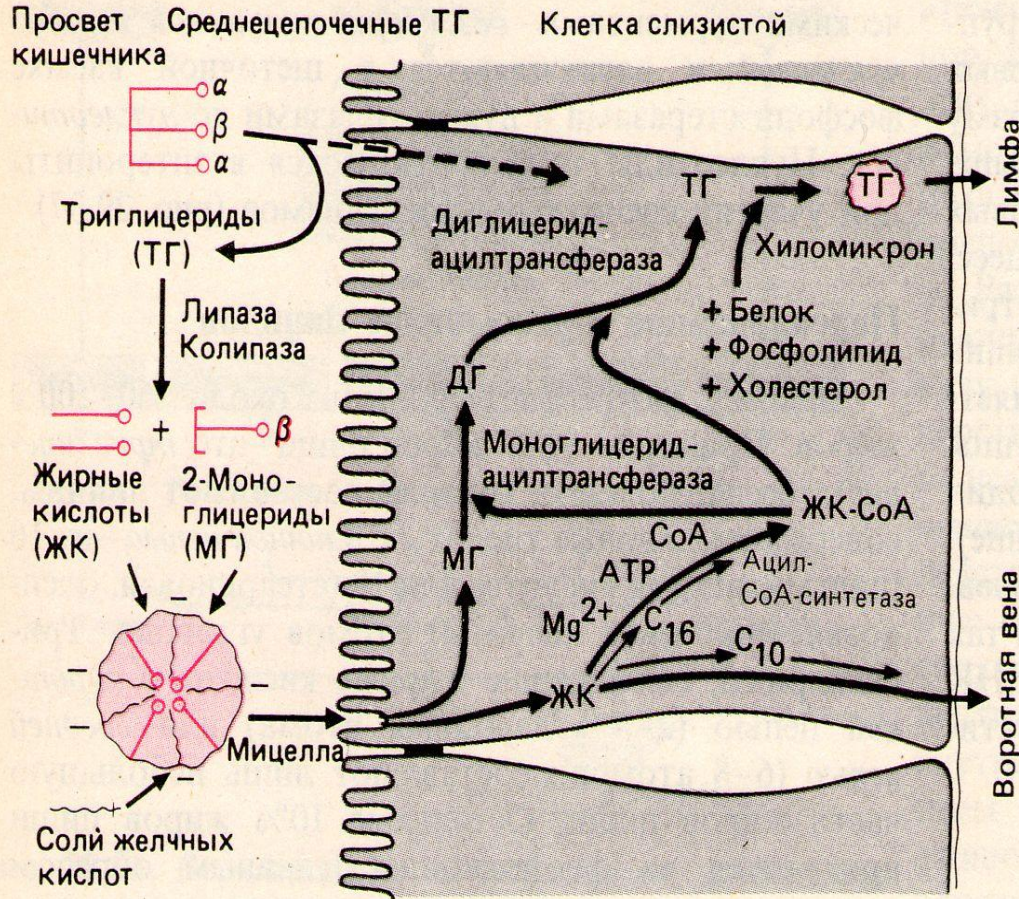
# Формирование хиломикронов энтероцитами

1. Проникнув в энтероцит, переваренные липиды попадают в гладкий эндоплазматический ретикулум, где они вновь «собираются» (реконструируются):
  - **2-Моноглицериды** комбинируются с жирными кислотами с образованием триглицеридов.
  - **Лизофосфатиды** объединяются с жирными кислотами с образованием фосфолипидов.
  - **Холестерол** реэтерифицируется.
2. Вновь сформированные липиды собираются в хиломикроны (маленькие липидные капельки около 1 нм в диаметре) внутри гладкого эндоплазматического ретикулума.
3. Хиломикроны выводятся из клетки путем экзоцитоза. **Бета-липопротеин**, который синтезируется в энтероцитах, покрывает поверхность хиломикронов. В отсутствие бета-липопротеина экзоцитоза не происходит, и энтероциты становятся буквально «набиты» липидами.

# Транспорт липидов в кровь

- После выхода из клеток хиломикроны сливаются в капли большего размера, которые могут вариировать от 50 до 500 нм, в зависимости от количества всосавшихся липидов.
- Крупные липидные капельки затем диффундируют в лактеали, из которых они попадают в лимфоток.
- Почти все переваренные липиды полностью реабсорбируются к тому времени, как химус достигает середины тощей кишки, причем максимальная интенсивность всасывания липидов происходит в двенадцатиперстной кишке.

# Переваривание и всасывание липидов

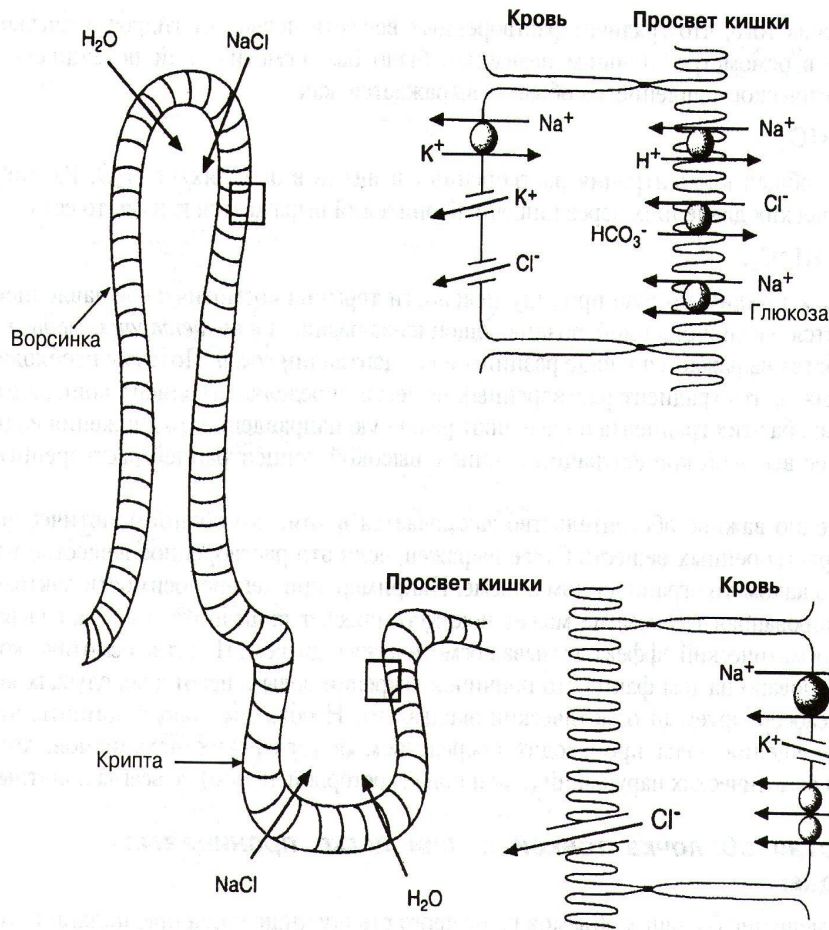


Переваривание и всасывание липидов. В просвете кишечника триглицериды расщепляются под действием колипазы и липазы до жирных кислот и 2-моноглицеридов, которые содержатся в растворе в виде мицелл и поступают из них в энтероциты. В клетках из длинноцепочечных жирных кислот и 2-моноглицеридов ресинтезируются триглицериды, которые в виде заключенных в белковую оболочку хиломикронов выходят в лимфу. Жирные кислоты с короткими или средними цепями поглощаются и переносятся в кровь непосредственно в этой форме. МГ – моноглицериды, ДГ – диглицериды, ТГ – триглицериды, ЖК – жирные кислоты



# Всасывание воды в тонком кишечнике

- Вода транспортируется по осмотическому градиенту



- На **верхушках ворсинок**, где происходит интенсивное всасывание, вода преимущественно **реабсорбируется**

- В области **крипт**, где происходит секреция, вода **выделяется в просвет кишечника**

Разнонаправленный транспорт воды в области ворсинок и крипт тонкой кишки. Клетки на верхушках ворсинок преимущественно абсорбируют воду и растворимые вещества, тогда как клетки в области крипт в основном ответственны за секрецию растворимых веществ и воды

# Необходимость всасывания воды

- Тонкий кишечник, в дополнение к абсорбции большего количества натрия и воды, поступивших с пищей, также должен всосать 7-8 л воды и 20-30 г натрия, которые содержатся в слюне, желудочном соке, желчи, панкреатическом соке.
- Неспособность к всасыванию воды из кишечника может привести к быстрой дегидратации и циркуляторному коллапсу.

# Механизм всасывания воды

- Вода в тонком кишечнике всасывается **пассивной изоосмотической реабсорбцией**.
- a) Активная реабсорбция электролитов и питательных веществ создает осмотический градиент, способствующий реабсорбции воды.
- b) Поскольку быстро достигается осмотическое равновесие, жидкость в просвете тонкого кишечника всегда изоосмотична плазме крови.
- В двенадцатиперстной кишке осмотическое давление, создаваемое поступающим туда химусом, вызывает поступление воды в кишечник.
- В тощей и подвздошной кишке реабсорбция хлорида натрия создает осмотический градиент, способствующий реабсорбции воды.

# Всасывание NaCl

- **Na<sup>+</sup>** реабсорбируется двуступенчатым процессом:
  - 1) Сначала ионы натрия и хлора транспортируются из просвета кишечника в энтероцит.
  - 2) Затем они транспортируются через базолатеральную мембрану в интерстициальное пространство тонкой кишки.
- **Na<sup>+</sup>** поступает в энтероцит тремя путями:
  - 1) Около 30% натрия переносится в клетку посредством натрий-глюкозной, натрий-аминокислотной и натрий (ди- и три-) пептидной котранспортных систем.
  - 2) Около 30% натрия поступает в клетку посредством нейтральной натрий-хлоридной котранспортной системы.
  - 3) Остальной натрий поступает в клетку пассивно по электрохимическому градиенту.
- Попав в энтероцит, натрий транспортируется из клетки через базолатеральную мембрану **Na<sup>+</sup> / K<sup>+</sup> - АТФ**-азной системой активного транспорта.
- Хлор, по большей части, следует пассивно через энтероцит по градиенту, создаваемому активным транспортом натрия.

# Всасывание витаминов и минералов



- **Жирорастворимые витамины (А, D, Е, К)** становятся частью мицелл, формируемых желчными солями, и всасываются вместе с другими липидами в проксимальном отделе тонкой кишки.
- **Водорастворимые витамины (С и В, биотин, фолиевая кислота, никотиновая кислота, В6, или пиридоксин, В2, или рибофлавин, В1, или тиамин)** всасываются облегченным транспортом или натрий-зависимой системой активного транспорта в проксимальном отделе тонкой кишки.

# Система всасывания витамина В12

- 1) В желудке витамин В<sub>12</sub> связывается с R-белком, который является специфическим связывающим белком.
- 2) Parietalные клетки желудка секретируют другой белок, связывающий витамин В<sub>12</sub>, который называется «внутренний фактор Кастла». Однако сродство внутреннего фактора к витамину В<sub>12</sub> меньше, чем у R-белка, таким образом, большая часть витамина В<sub>12</sub> связывается в желудке с R-белком.
- 3) В кишечнике панкреатические протеазы отщепляют витамин В<sub>12</sub> от R-белка, позволяя витамину связаться с внутренним фактором.
- 4) Комплекс витамина В<sub>12</sub> с внутренним фактором связывается с рецептором на энтероцитах подвздошной кишки.

# Всасывание кальция в тонком кишечнике

- регулируется с целью поддержания баланса этого иона в организме. В норме всасывается 25-80% ежедневно поглощаемого кальция (около 1000мг).
- 1) Всасывание кальция происходит через связанный с мембраной переносчик, который активируется витамином D.
  - a) Витамин D3 конвертируется в 25-гидроксивитамин D3 в печени.
  - b) В почках 25-гидроксивитамин D3 превращается в 1, 25-дигидроксивитамин D3 посредством процесса, который регулируется паратгормоном.
  - c) 1,25-дигидроксивитамин D3 затем поступает в энтероцит, где вызывает формирование кальциевого переносчика, который встраивается в мембрану на люминальной поверхности энтероцита.
- **Кальций** транспортируется из клетки АТФ-азной системой активного транспорта кальция и системой натрий-кальциевого обменника.

# Всасывание железа

- необходимо для того, чтобы поддерживать нормальный баланс железа. Однако всасывается очень мало (0,75 мг у мужчин и 1,5 мг у женщин) из 15-25 мг железа, ежедневно поступающего с пищей.
- 1) Железо преимущественно всасывается в двенадцатиперстной и тощей кишке.
  - 2) Железо может всасываться как в составе гема (получаемого из мяса), так и в форме свободных ионов.
  - 3) Двухвалентное железо всасывается более эффективно, чем трехвалентное.
  - 4) Аскорбиновая кислота (витамин С) способствует всасыванию железа, переводя трехвалентное железо в двухвалентное, и предотвращая формирование нерастворимых комплексов железа с химусом.
  - 5) Кислота желудочного сока имеет тенденцию, со своей стороны, разрушать нерастворимые комплексы железа, и, таким образом, облегчает всасывание железа.



# Процесс транспорта железа из тонкого кишечника в плазму крови:

1. Железо переносится через апикальную мембрану энтероцита специфической системой переносчика железа.
2. Железо связывается с **апоферритином**, железосвязывающим белком, чтобы сформировать **ферритин**.
3. Для того, чтобы покинуть энтероцит, железо должно диссоциировать от ферритина и связаться с внутриклеточным белком-переносчиком, который переносит его к базолатеральной мембране, где оно выводится из клетки.
4. Как только железо выходит в интерстициальное пространство тонкого кишечника, железо переносится в плазму крови посредством бета-глобулина **трансферрина**.

**Количество всосавшегося железа в большей мере зависит от количества трансферрина, чем от количества ферритина.**

- Если доступно большое количество трансферрина, железо может быстро транспортироваться из энтероцита в плазму крови.
- Если трансферрина мало, большое количество железа остается «запертым» в энтероците и, в свою очередь, экскретируется, когда клетки слущиваются.
- Когда истощаются запасы железа, как бывает после кровотечений, синтез трансферрина возрастает.

# ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОЛСТОМ КИШЕЧНИКЕ

- В толстом кишечнике всасываются некоторые питательные вещества и большая часть жидкости, поступающей в этот отдел из тонкого кишечника.
- В норме не всасывается лишь 50-100мл из 1500 мл жидкости, поступающей из тонкого кишечника.
- Питательные вещества и жидкости, которые не могут всосаться, выводятся с калом.

# Моторика толстого кишечника

- 1. Ритмическая сегментация** – характерна только для проксимальных отделов толстой кишки, происходит там, где химус еще жидкий (не каловые массы).
- 2. Маятникообразные сокращения** – в целом характерны для толстого кишечника. Различают: малые и большие маятникообразные движения.
- 3. Перистальтика** в толстом кишечнике осуществляется в форме **волн гаустрации и масс-сокращений**.
- 4. Антиперистальтика**
- 5. Тонические сокращения**

# Маятникообразные сокращения

## 1) Малые маятникообразные движения:

- происходят в начальных отделах толстой кишки;
- очень медленные;
- способствуют перемешиванию химуса, что ускоряет всасывание воды.

## 2) Большие маятникообразные движения:

- происходят в поперечной ободочной и сигмовидной кишке;
- вызываются возбуждением большого количества продольных и циркулярных мышечных пучков;
- способствуют лучшему контакту каловых масс со стенками кишечника, что ускоряет всасывание.

# Перистальтика в толстом кишечнике

- 1) **Волны гаустрации** – около 2,5 см продольной мускулатуры сокращается, при этом сокращаются продольные мышцы, образующие 3 ленты. В участках, лишенных продольных мышц, образуются вздутья – гаустры. Движения способствуют перемешиванию содержимого толстой кишки, его контакту со слизистой оболочкой и медленному перемещению в аборальном направлении.
- 2) **Масс-сокращения** – мощные рефлекторные пропульсивные *сокращения поперечной ободочной кишки*, возникающие в ответ на ее заполнение каловыми массами и приводящие к эвакуации ее содержимого в сигмовидную и прямую кишку

# Антиперистальтика

Нормальная составляющая моторики толстой кишки. Эти движения перемещают содержимое в ретроградном направлении, способствуя его задержке и увеличивая эффективность всасывания воды.

# Тонические сокращения

- Представляют собой повышение тонуса циркулярной и продольной мускулатуры
- На их фоне происходят все перечисленные формы сокращений толстой кишки
- Обеспечивают тонус сфинктеров
- Продолжаются от 15 с до 5 мин.



# Регуляция моторики толстого кишечника

- **Общий эффект нервной регуляции толстого кишечника – тормозный.** Поэтому отсутствие энтеральной нервной системы, как это бывает при болезни Гиршпрунга, приводит к повышению тонуса толстого кишечника.
- **В регуляцию дефекации вовлечена как произвольная, так и непроизвольная рефлекторная активность.**

# Регуляция дефекации

1. Когда каловые массы растягивают прямую кишку, **ректосфинктерный рефлекс** расслабляет анальные сфинктеры и генерирует потуги к дефекации
2. Однако дефекацию можно произвольно предотвратить сокращением наружного анального сфинктера (который образован скелетной мускулатурой и иннервируется срамным нервом)
3. Если дефекации не происходит, внутренний анальный сфинктер закрывается, и прямая кишка растягивается в соответствии с объемом каловых масс

# **Сок толстой кишки**

(рН 8,5-9,0; 0,05-0,06 л/сут)

- **Плотная компонента:**

слущенные энтероциты, лимфоидные клетки, слизь

- **Жидкая компонента:**

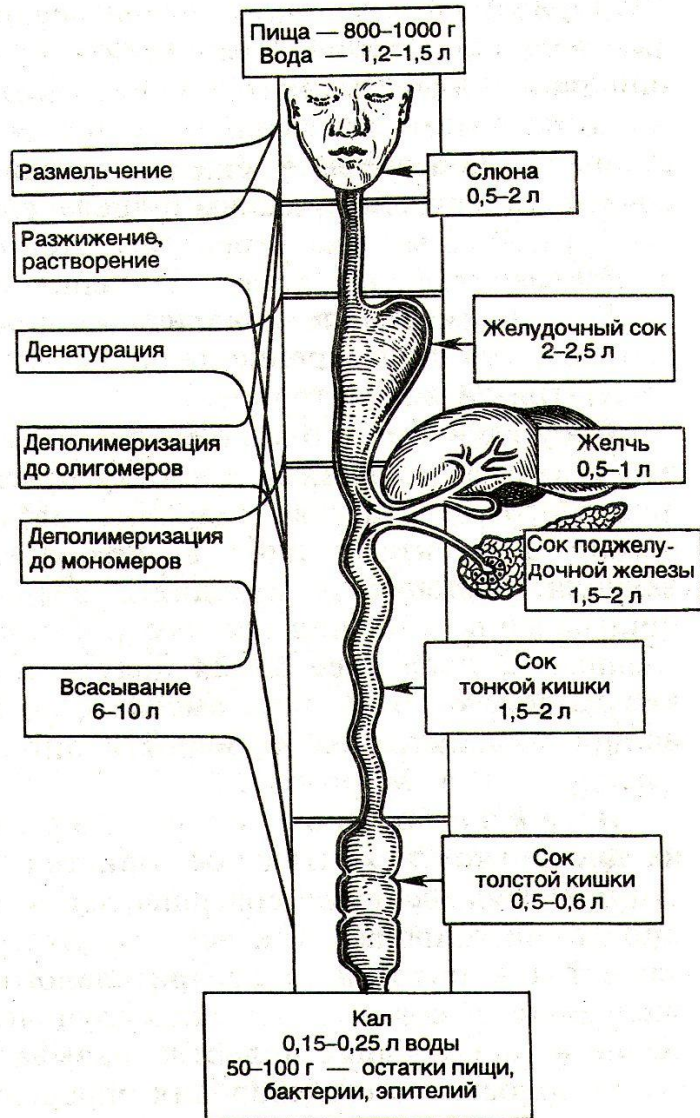
электролиты;

ферменты: пептидазы, липаза, нуклеаза, катепсины, щелочная фосфотаза

# Особенности секреции толстой КИШКИ

- Небольшое количество сока выделяется вне раздражения кишки
- Местное механическое раздражение слизистой увеличивает секрецию в 8-10 раз
- Слизь секретруется бокаловидными клетками
- Ферменты выделяются из слущенных эпителиоцитов (голокринозная секреция)

# Всасывание воды



Толстый кишечник не способен всасывать более 2-х – 3-х литров воды в день. Таким образом, если большая часть из 8-10 литров, поступающих в тонкий кишечник не всасывается в тонкой кишке, то может возникнуть тяжелая диарея.

# Всасывание и секреция электролитов

- **Na<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup>** . В толстом кишечнике всасывается большая часть **Na<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup>**, не всосавшихся в тонком кишечнике.
- **Калий секретирруется в толстой кишке.** Его концентрация, как правило, повышается по сравнению с содержанием этого иона в подвздошной кишке с 9 мЭкв/л до 75 мЭкв/л к тому времени, когда химус достигает конечного отдела толстого кишечника.
- **Альдостерон.** В то время как обмен натрия и калия в тонком кишечнике не регулируется, в **толстом кишечнике этот процесс контролируется** гормоном **альдостероном**. Альдостерон позволяет всасывать весь натрий, содержащийся в каловой жидкости, однако при этом теряется значительное количество калия.

## Особенность всасывания в прямой кишке:

- Происходит в обход воротной системы печени
- При задержке каловых масс всасыванию подвергаются биологически активные и токсические продукты жизнедеятельности бактерий: кадаверин, октамин, терамин, пиперидин, диметиламин, гистамин

# Микрофлора толстого кишечника

- **Главная группа микроорганизмов (90%):** бифидобактерии и бактероиды
- **Сопутствующая микрофлора (около 10%):** лактобактерии, эшерихии, энтерококки
- **Остаточная микрофлора (менее 1%):** цитробактер, энтеробактер, протейи, дрожжи, клостридии, стафилококки, аэробные бациллы



По местообитанию микроорганизмы кишечника делятся на две группы :

**М-микрофлора  
(мукозная)**

- Связана со слизистой оболочкой кишечника
- Более устойчива к внешним воздействиям

**П-микрофлора  
(полостная)**

- Микроорганизмы, обитающие в полости кишки
- Менее устойчива к внешним воздействиям

## Особенности микрофлоры толстого кишечника:

- Анаэробная микрофлора преобладает над аэробной
- Соотношения между М- и П-микрофлорой динамичны
- Преобладают бифидо- и лактобактерии
- Общее число М-форм толстой кишки –  $10^6$
- Максимальное число микроорганизмов в фекалиях  $10^{10}$ - $10^{13}$  на г

# Функции микрофлоры толстого кишечника:

- Создание иммунологического барьера для болезнетворных микроорганизмов
- Подавление развития патогенной микрофлоры за счет:

*утилизации ресурсов, пригодных для жизни микроорганизмов,*

*выделения веществ, препятствующих росту патогенной микрофлоры*

- Конечное разложение компонентов пищеварительных секретов
- Конечное разложение непереваренных остатков пищи
- Синтез собственных ферментов
- Синтез витаминов К и В
- Синтез биологически активных веществ