

Процессы всасывания в различных отделах ЖКТ

Лекция 4 ЛечФак

План лекции

- Особенности всасывания в различных компартментах ЖКТ.
- Механизмы всасывания.
- Всасывание воды, продуктов гидролиза углеводов, белков и жиров.
- Синдром мальабсорбции.
- Моторика ЖКТ и её регуляция.
- Защитные и эндокринные свойства ЖКТ.

Всасывание

- **Всасывание**, резорбция, переход различных веществ через клеточные элементы тканей в кровь и лимфу;
- Всасывание происходит главным образом в пищеварительном тракте.
- При Всасывание вещества движутся как в результате физических процессов При Всасывание вещества движутся как в результате физических процессов (диффузии, осмоса), так и вследствие активного транспорта — против концентрационного и электрохимического градиента, что сопровождается³ расходом

- Вода, соли и некоторые другие вещества (глюкоза, витамины) всасываются без предварительного изменения их структуры.

- Всасывание большинства питательных веществ через слизистую оболочку пищеварительного тракта в кровь и лимфу, происходит после их ферментативного превращения в более простые соединения, способные пройти через слой эпителиальных клеток.

Процессы всасывания в различных компартментах ЖКТ

- **В полости рта** всасывание незначительное, так как пища там не задерживается, но некоторые вещества, например, цианистый калий, а также лекарственные препараты (эфирные масла, валидол, нитроглицерин и др.) всасываются в ротовой полости и очень быстро попадают в кровеносную систему, минуя кишечник и печень.
- **Это находит применение как способ введения лекарственных веществ.**

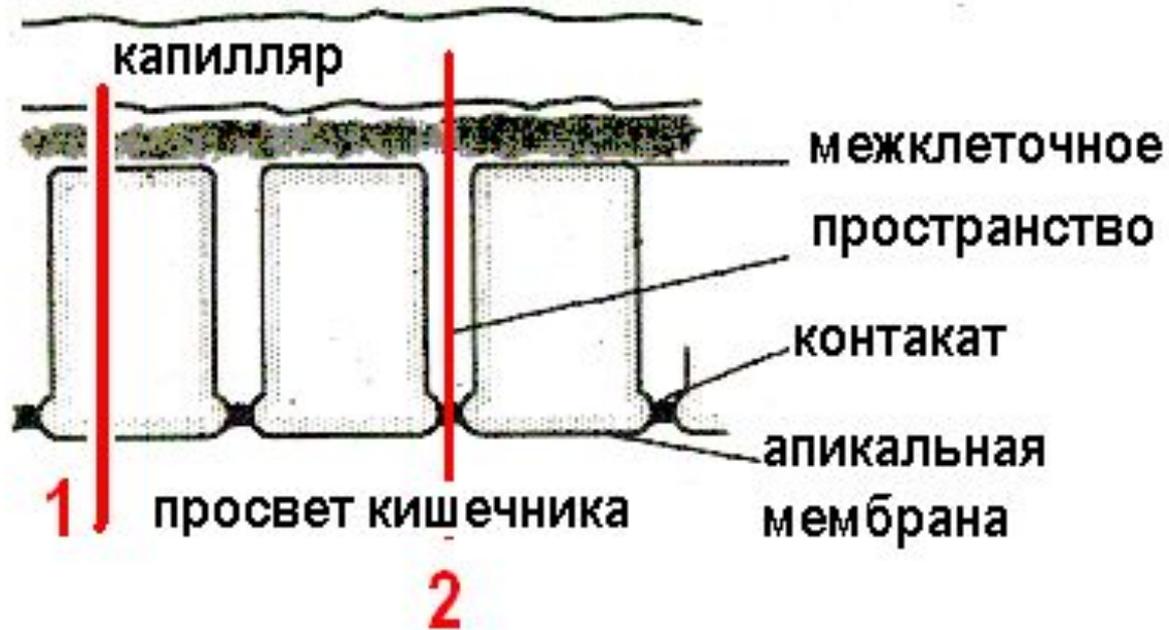
- **В желудке** всасываются некоторые аминокислоты, немного глюкозы, воды с растворенными в ней минеральными солями и довольно существенно всасывание алкоголя.

- **Тонкий кишечник.**
- Основное всасывание продуктов гидролиза белков, жиров и углеводов происходит в тонком кишечнике.
- **Белки всасываются в виде аминокислот,**
- **углеводы — в виде моносахаров,**
- **жиры — в виде глицерина и жирных КИСЛОТ.**

- **Толстый кишечник.**
- Всасывание питательных веществ в толстой кишке незначительно, там всасывается много воды, что необходимо для формирования кала, в небольшом количестве глюкоза, аминокислоты, хлориды, минеральные соли, жирные кислоты и жирорастворимые витамины А, D, E, K.
- Вещества из прямой кишки всасываются так же, как и из ротовой полости, т.е. непосредственно в кровь, минуя портальную кровеносную систему.
- **На этом основано действие так называемых питательных клизм.**

Механизмы всасывания

Виды транспорта



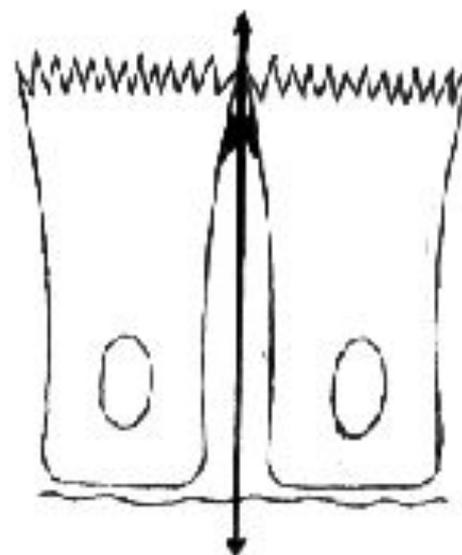
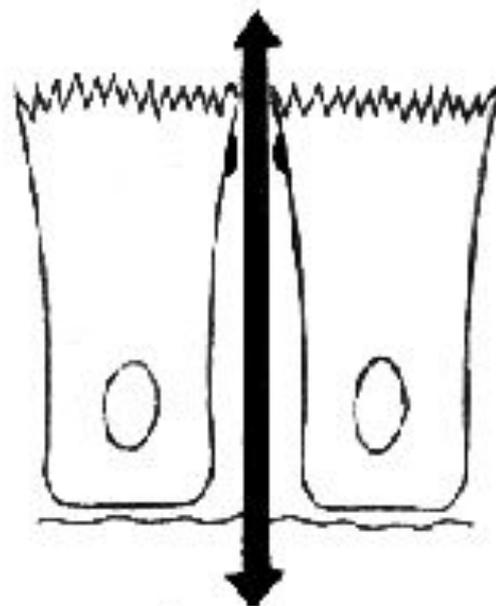
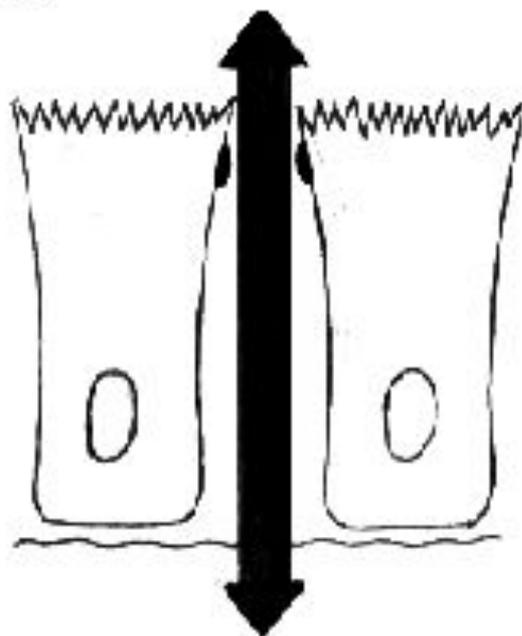
1 трансцеллюлярный
2 парацеллюлярный

Плотные контакты

Размеры пор плотных контактов → Тощая кишка
0,75-0,8 нм.

Подвздошная кишка
0,3-0,35 нм.

Толстая кишка
0,2-0,25 нм.



Проницаемость высокая

Проницаемость средняя

Проницаемость низкая

Разность потенциалов → 0-3 мВ

1 - 5 мВ

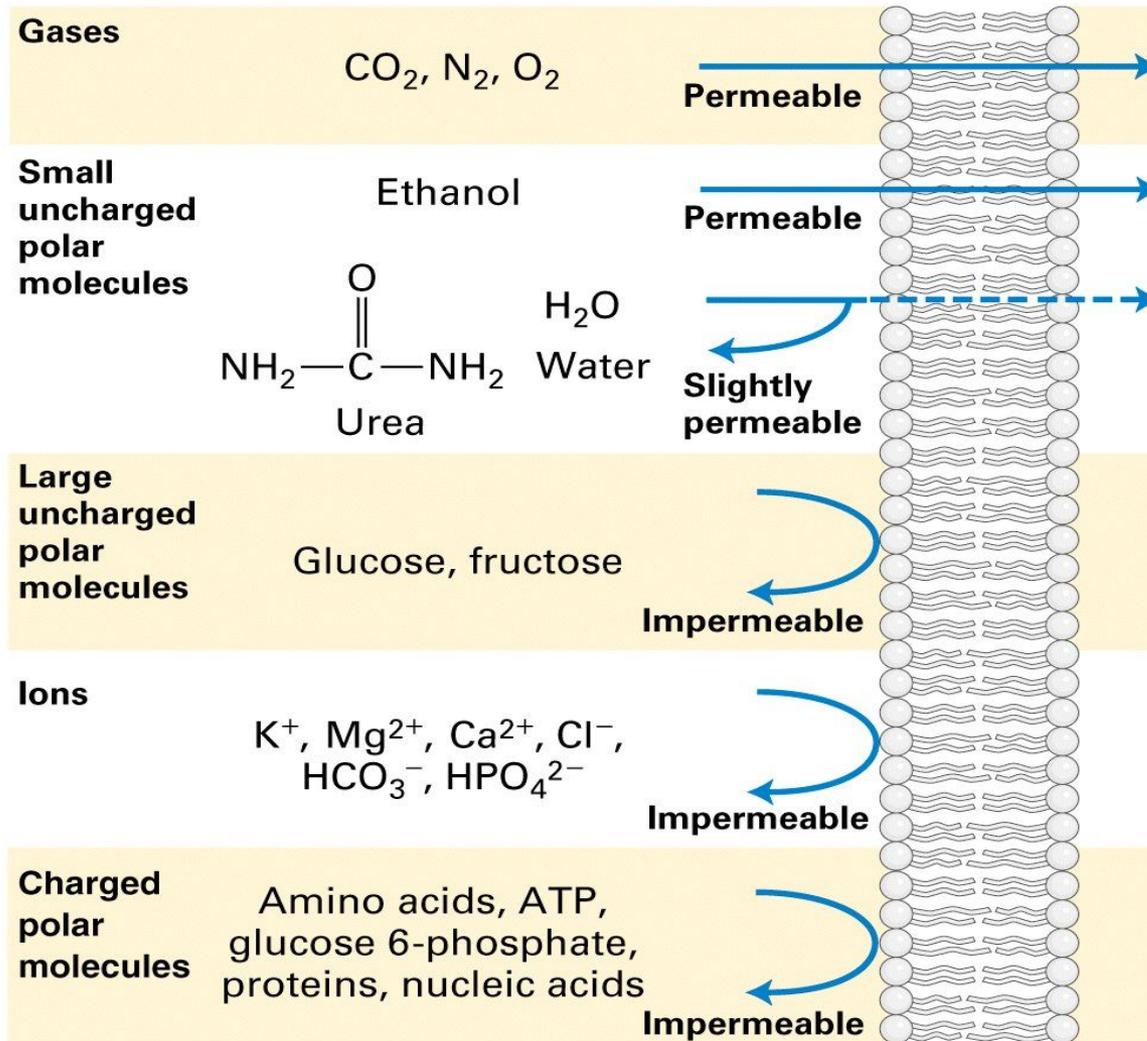
20 - 40 мВ

Механизмы всасывания

- Для всасывания макромолекул — продуктов гидролиза питательных веществ, электролитов, лекарственных препаратов используются несколько видов транспортных механизмов.
- Пассивный транспорт, включает в себя диффузию, фильтрацию и осмос.
- Облегченная диффузия.
- Активный транспорт.

- **Диффузия**
- Основана на градиенте концентрации веществ в полости кишечника, в крови или лимфе.
- Путем диффузии через слизистую оболочку кишечника переносятся:
- Газы

Пассивная диффузия



- **Облегченная диффузия**

Осуществляется также по градиенту концентрации веществ, но с помощью особых мембранных переносчиков, **без затраты энергии** и быстрее, чем простая диффузия.

- Так, с помощью облегченной диффузии переносится фруктоза.

- **Фильтрация**
- Основана на градиенте гидростатического давления.
- Так, повышение внутрикишечного давления до 8-10 мм рт.ст. увеличивает в 2 раза скорость всасывания из тонкой кишки раствора поваренной соли.
- Способствует всасыванию увеличение моторики кишечника.

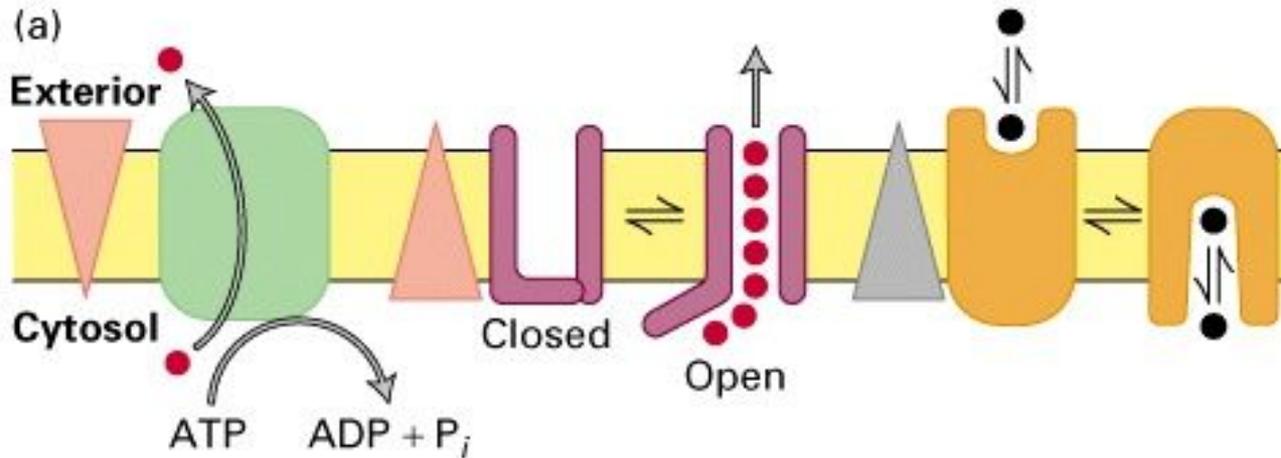
- **Осмоз.**
- Переходу веществ через полупроницаемую мембрану энтероцитов помогают осмотические силы.
- **Осмолярность энтеральной среды как и крови-300Мосм.**
- По осмотическому градиенту всасываются вода, электролиты.
- **На этом основано действие солевых слабительных.**
- Кровь и энтеральная среда составляют единый компартмент

- **Активный транспорт**
- Осуществляется против электрохимического градиента при участии переносчика и требует затраты энергии.
- В качестве переносчика — транспортера чаще всего используется Na^+ , с помощью которого всасываются такие вещества, как глюкоза, галактоза, свободные аминокислоты.

Особенности активного транспорта

- Активный транспорт крайне специфичен, он тормозится при низкой температуре и недостатке кислорода.
- На процесс всасывания влияет рН среды.
- Оптимальная рН для всасывания — нейтральная.

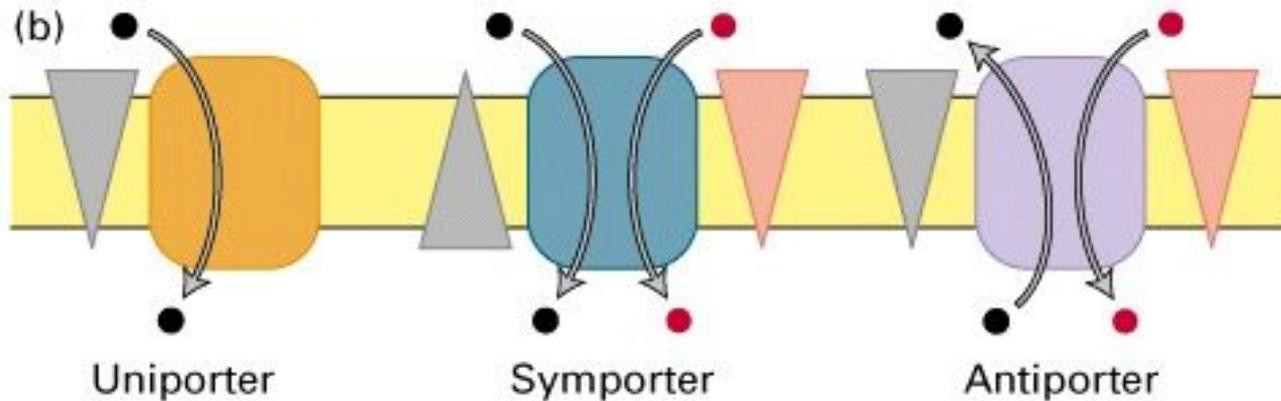
Транспортные белки мембраны



ATP-powered pump
(10⁰ – 10³ ions/s)

Ion channel
(10⁷ – 10⁸ ions/s)

Transporter
(10² – 10⁴ molecules/s)



- Некоторые высокомолекулярные вещества транспортируются путем:
- Эндоцитоза (пиноцитоза и фагоцитоза).
- Этот вид транспорта имеет значение при переносе у новорожденного белков, иммуноглобулинов, витаминов, ферментов грудного молока.
- Некоторые вещества, например, электролиты, антитела, аллергены могут проходить через межклеточные пространства.
- Такой вид транспорта называется персорбцией.

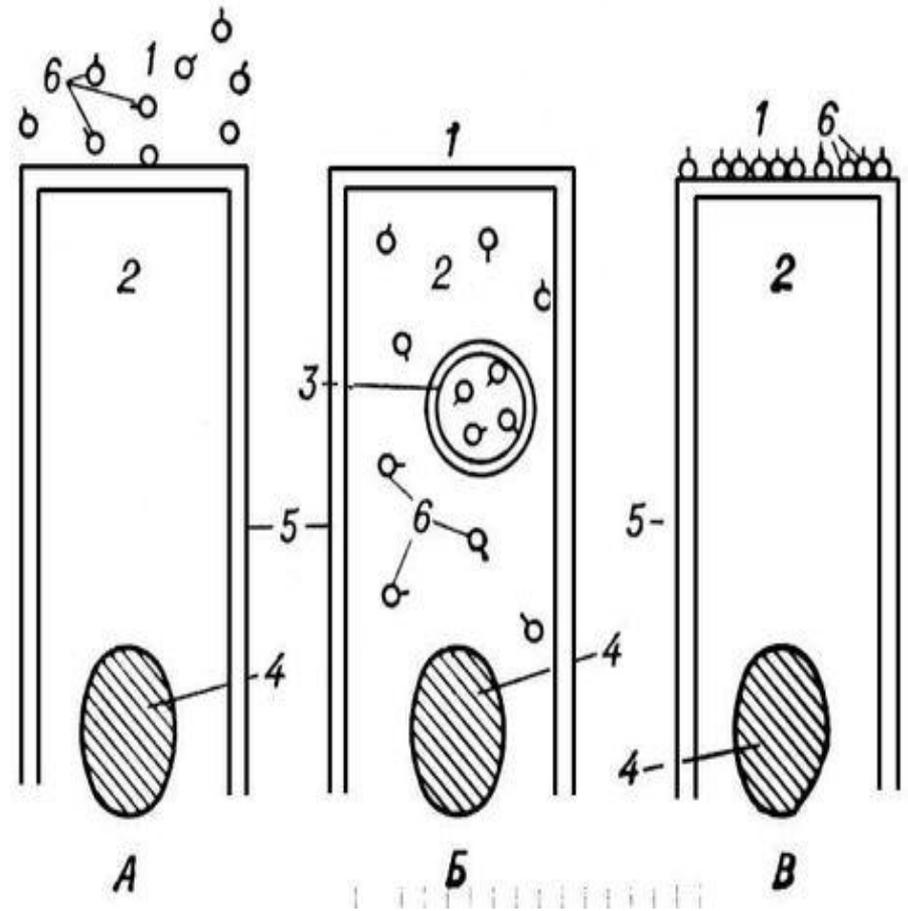
Поверхность всасывания и условия

Увеличение площади поверхности всасывания в тонкой кишке за счет:

- Складок – в 3 раза,
- Ворсинок – в 30 раз,
- Микроворсинок – в 300 раз

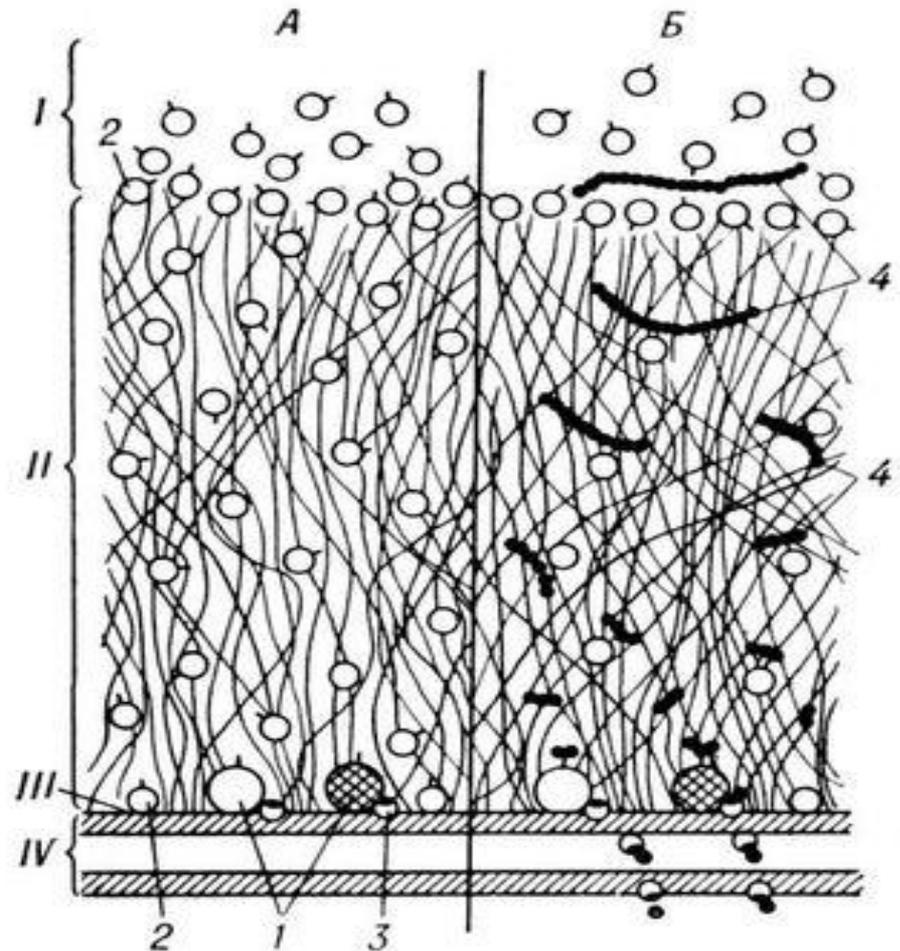
Локализация гидролиза пищевых веществ при различных типах пищеварения:

- А — внеклеточное, дистантное;
- Б — внутриклеточное
- В — мембранное пищеварение;
- 1 — внеклеточная жидкость;
- 2 — внутриклеточная жидкость;
- 3 — внутриклеточная вакуоль;
- 4 — ядро;
- 5 — клеточная мембрана;
- 6 — ферменты.



Роль гликокаликса в процессах пищеварения

- А — распределение ферментов;
- Б — взаимоотношение ферментов, переносчиков и субстратов;
- I — полость тонкой кишки;
- II — гликокаликс;
- III — поверхность мембраны;
- IV — трёхслойная мембрана кишечной клетки;
- 1 — собственно кишечные ферменты;
- 2 — адсорбированные ферменты;
- 3 — переносчики;
- 4 — субстраты.



Виды и механизмы транспорта различных субстратов

Всасывание воды и ионов

Всасывание воды

Секреты:

слюна – 2литра,

желудочный сок – 1,5 литра,

желчь – 0,5 литра,

панкреатический сок – 2литра,

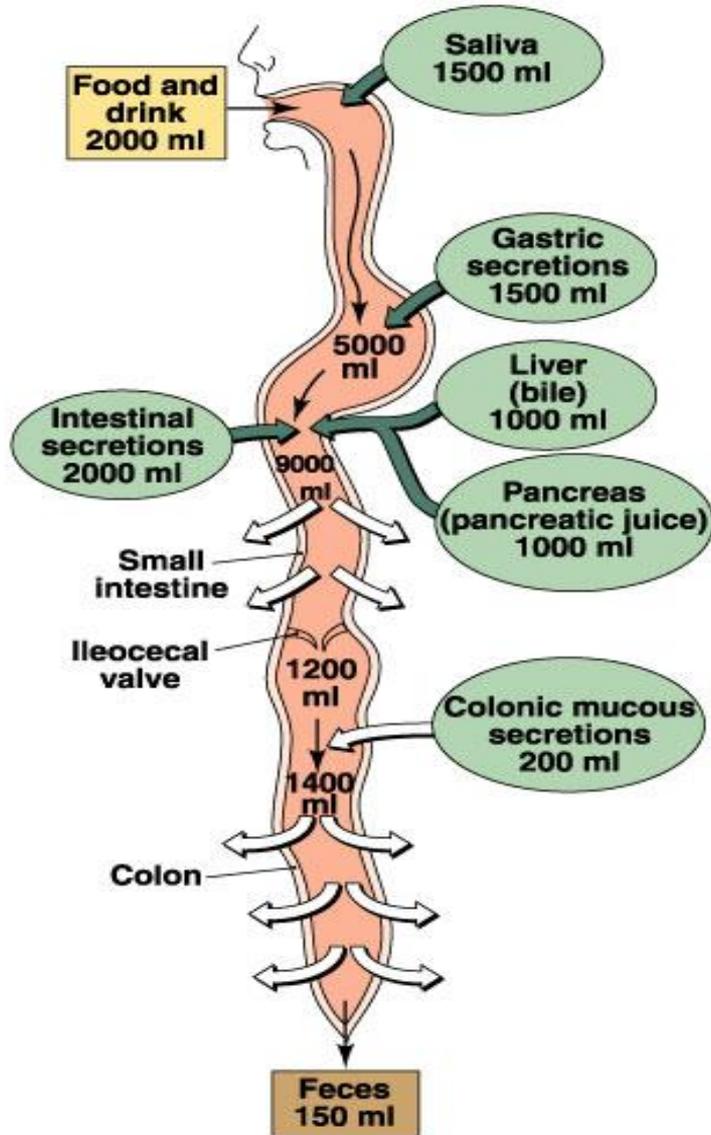
кишечный сок – около 2 литров,

пища – около 2 литров,

выводится с калом только 100 мл,

- Наибольший объем всасывания происходит в тощей кишке, до 5000 мл., в подвздошной - до 3000 мл. и в толстой - около 1000 мл.

Вода и ионы



- **Вода**

- Проходит через кишечную стенку по осмотическому градиенту

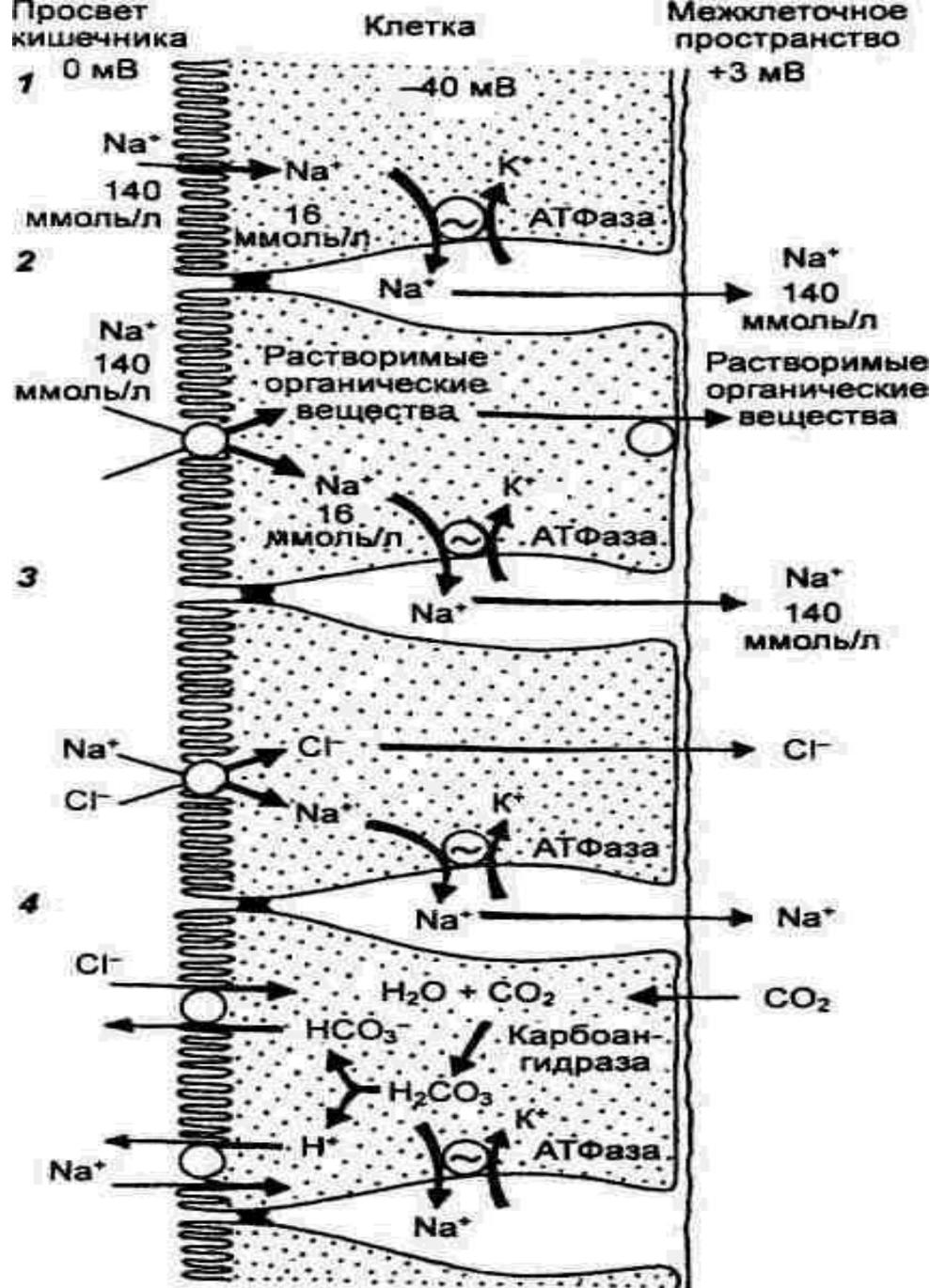
- **Ионы**

- Натрий, калий, кальций, фосфаты проникают за счет активного транспорта

- Газы по градиенту концентрации

- **Всасывание двухвалентных катионов.**
- Всасывание ионов Fe^{2+} осуществляется с участием переносчиков (активный транспорт), а также по механизму пассивного транспорта (простая диффузия).
- При попадании ионов Fe^{2+} в энтероцит они соединяются с апоферритином, в результате чего образуется металлопротеин *ферритин*. Последний является основным депо железа в организме.

- Решающая роль в транспорте различных веществ принадлежит ионам, особенно Na^+ , поэтому все факторы, влияющие на его содержание и транспорт, изменяют и всасывание воды.
- Универсальный и очень ценный транспортер.



Всасывание ионов в тонкой кишке млекопитающих

1 — электрогенный транспорт Na^+ ,

2 — электрогенный транспорт Na^+ , сопряженный с транспортом D—гексоз, I—аминокислот, дипептидов, водорастворимых витаминов, солей желчных кислот (в подвздошной кишке),

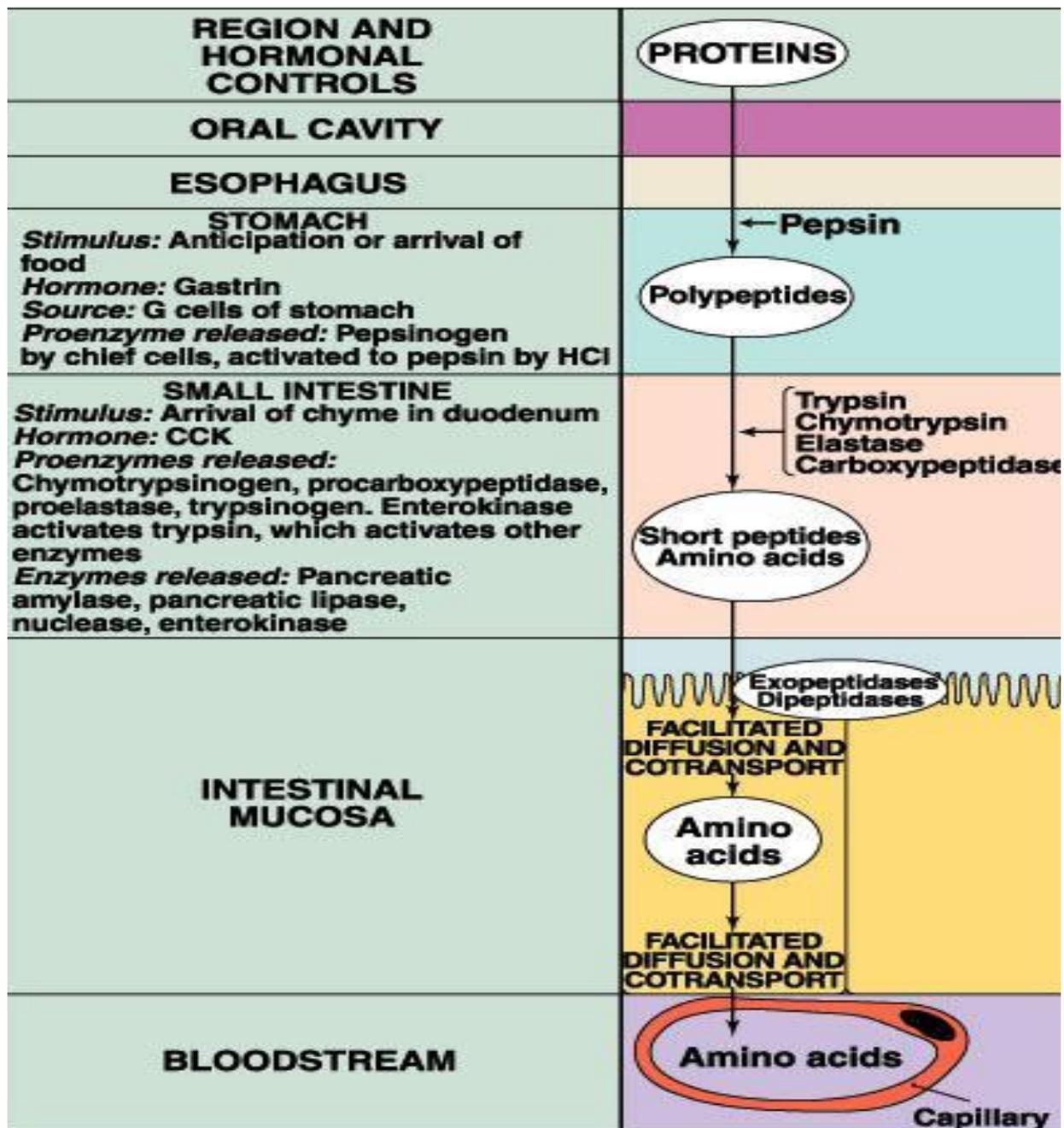
3 — электронейтральный транспорт NaCl ,

4 — электронейтральный обмен ($\text{Na}^+ \leftrightarrow \text{H}^+$, $\text{Cl}^- \leftrightarrow \text{HCO}_3^-$).

Всасывание продуктов гидролиза белка

Продукты гидролиза белков

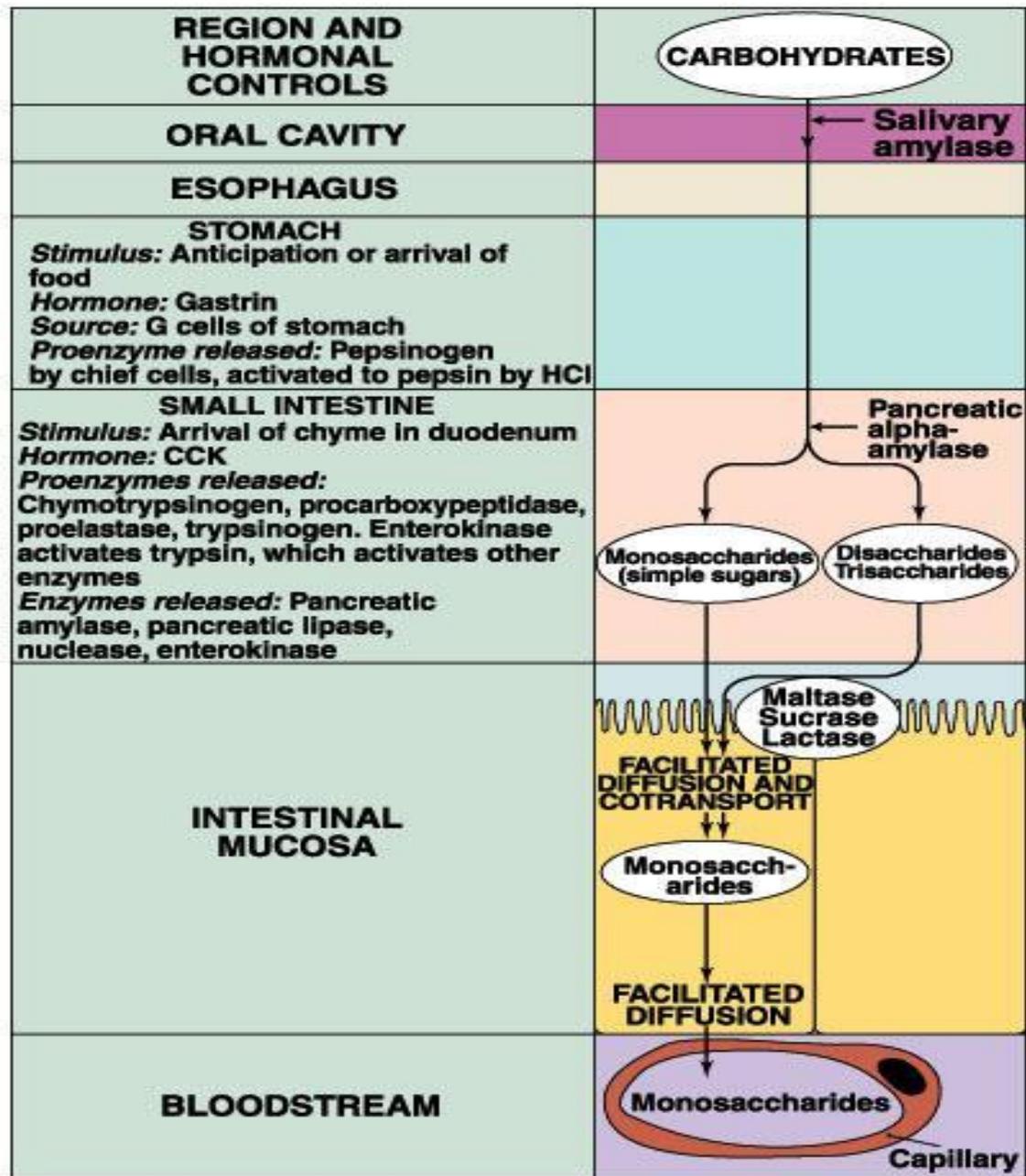
- Свободные аминокислоты** – переносчики, натрий (облегченная диффузия), градиент концентрации натрия создается работой насоса
- **Ди- и трипептиды** всасываются с помощью встроенных мембранных ферментов объединенных с системой переноса

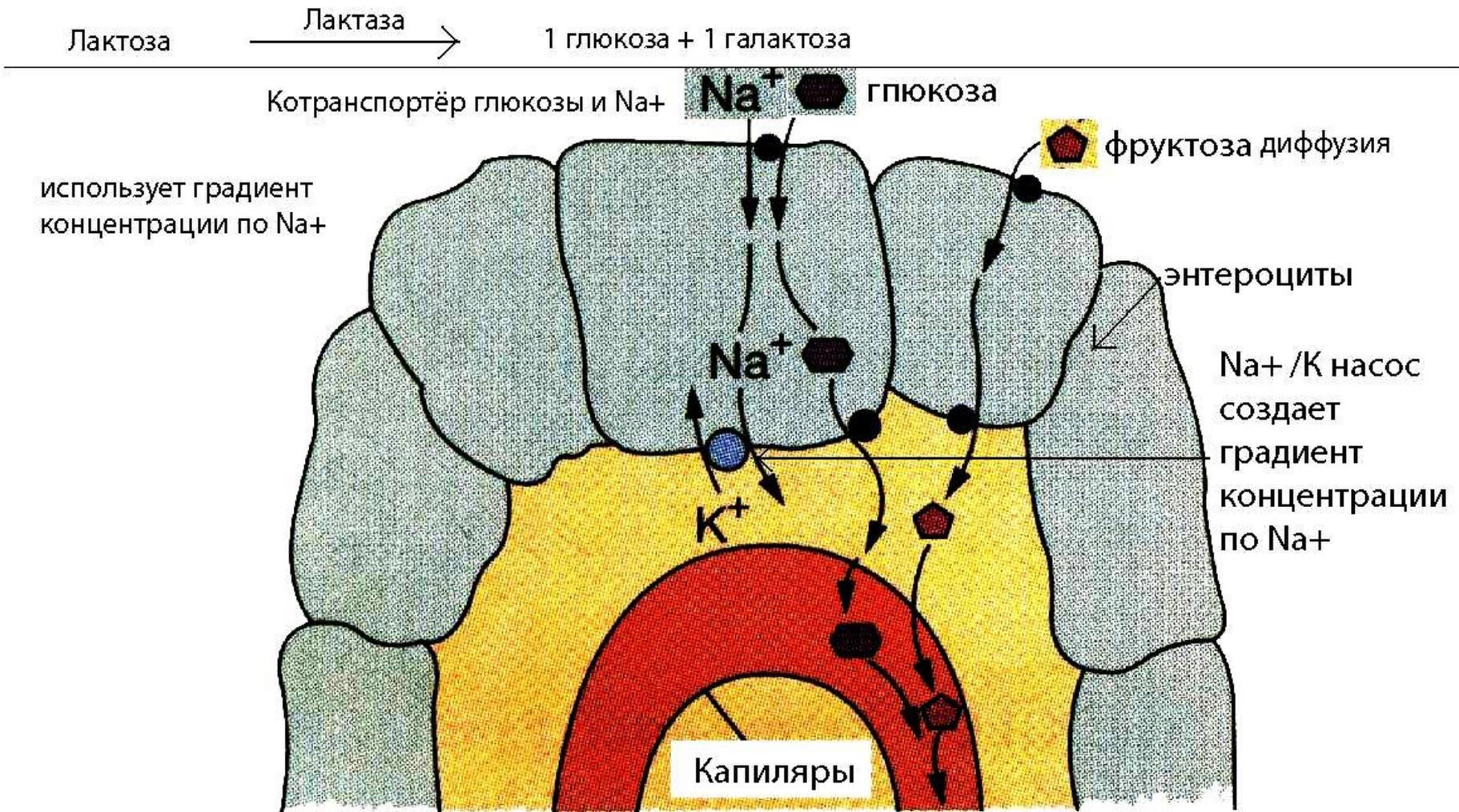


Всасывание углеводов и продуктов их гидролиза (моносахара)

Продукты гидролиза углеводов

- С натрием
- Встроенные мембранные ферменты





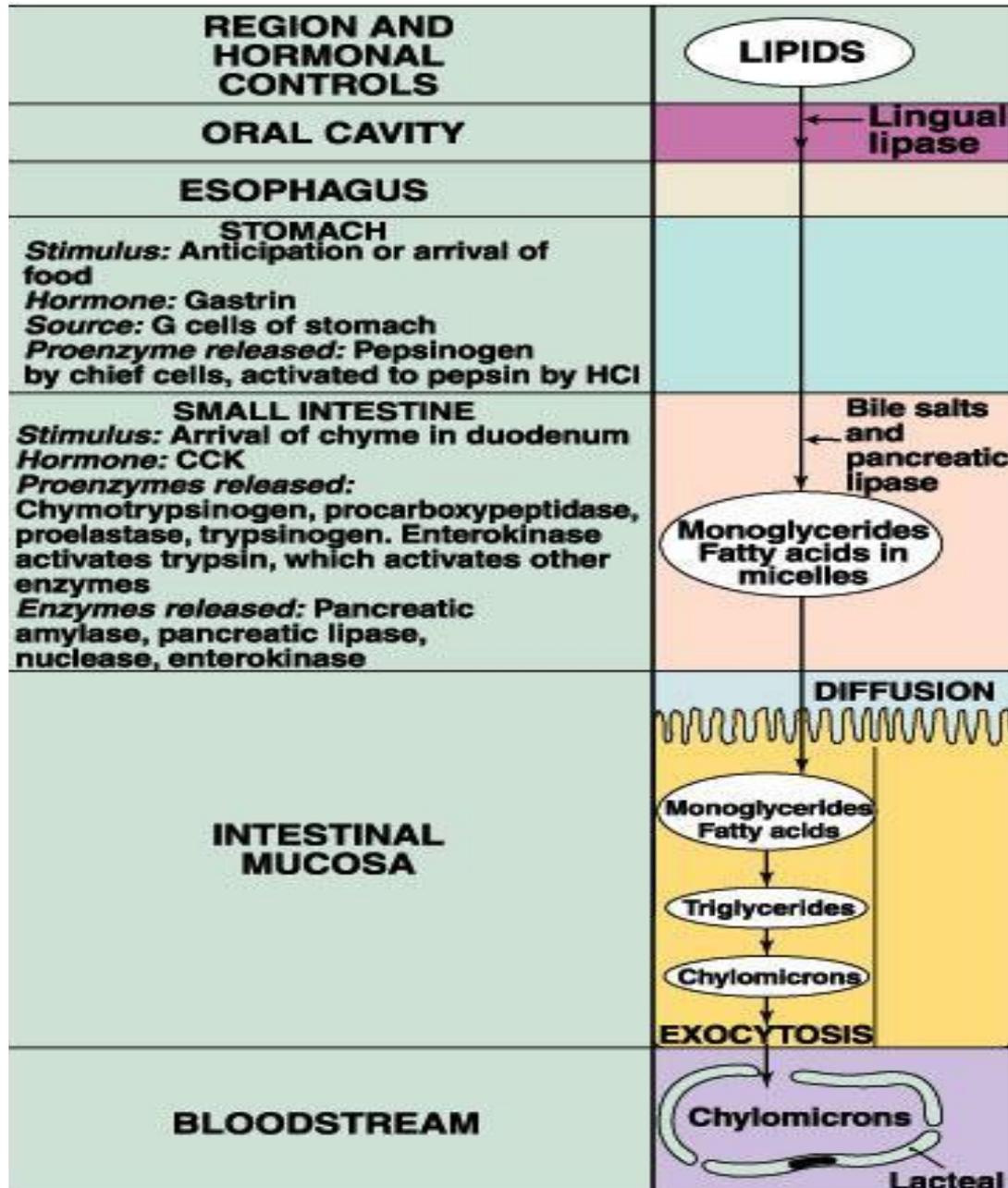
Всасывание продуктов гидролиза углеводов

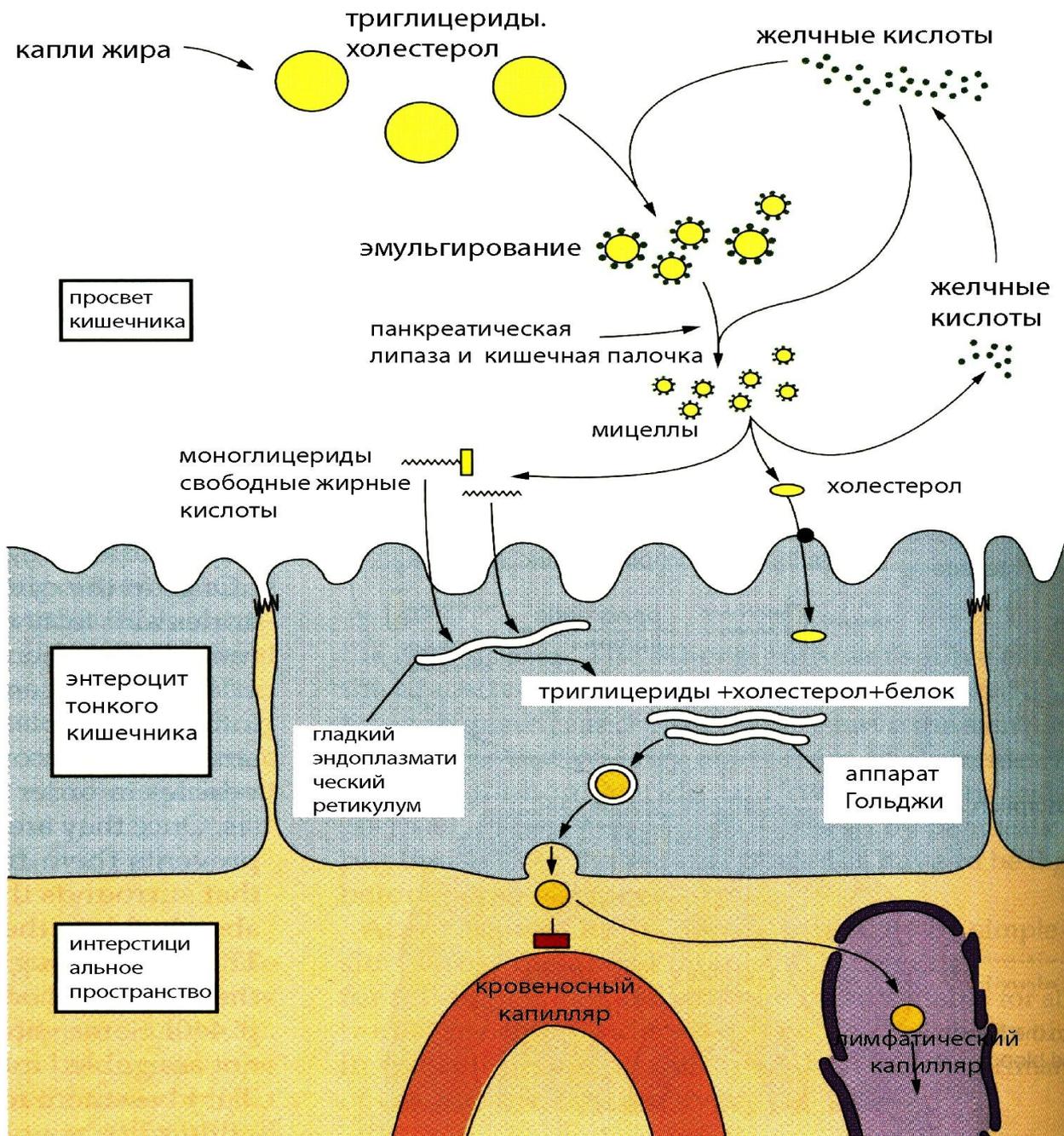
- Доказано изменение транспорта углеводов под влиянием коры больших полушарий, подкорковых структур, ствола головного мозга и спинного мозга.
- Парасимпатические нервные волокна усиливают, а симпатические тормозят транспорт углеводов из тонкой кишки.
- Всасывание глюкозы усиливается гормонами надпочечников, гипофиза, щитовидной железы, а также серотонином, ацетилхолином.
- Тормозит всасывание глюкозы соматостатин, в меньшей мере — гистамин.

Всасывание продуктов гидролиза жиров (моноглицериды)

Жиры и продукты гидролиза (Этапы)

1. **Образование мицелл** – основной процесс для всасывания
2. **Захват мембраной энтероцита**
3. **Сброс желчных кислот**
4. **Свободные жирные кислоты и моноглицериды в энтероцитах – ресинтез**
5. **Формирование хиломикронов и липопротеинов низкой и очень низкой плотности. 80% в лимфу, остальное в кровь**





- **Хиломикроны**
- покидают эпителиоциты через базолатеральные мембраны, переходя в соединительные пространства ворсинок, а оттуда — в центральный лимфатический сосуд.
- Основное количество жира всасывается в лимфу, поэтому через 3—4 ч после приема пищи лимфатические сосуды наполнены большим количеством лимфы, напоминающей молоко и называемой потому **млечным соком**.

Феномен мальабсорбции

- Встречаются наследственные дефициты кишечных ферментов, расщепляющих углеводы (дисахаридаз), что приводит к их непереносимости.
- Например, у многих людей, особенно народов Азии, Африки и регионов Крайнего Севера выявлена **лактазная недостаточность, что может проявляться в виде синдрома «острый живот».**

Защитные роль ЖКТ

- **Плазматические клетки** (в слизистой содержится более 400 000 плазматическх клеток на 1мм^2 , 1Млн. Лимфоцитов на 1мм^2 .
- Около 25% энтеральной среды составляют **ИММУНО-КОМПЕТЕНТНЫЕ КЛЕТКИ**, взаимодействующие с вирусами, бактериями, лекарственными веществами. Здесь осуществляется выработка иммуноглобулинов (Ig-A)-секреторный иммуноглобулин.
- Пейеровы бляшки-скопление **лимфоидных фолликулов**, где осуществляется выработка антител на поступающие антигены.
- **Внутриэпителиальные лимфоциты** (Т-лимфоциты).

Защитные системы ЖКТ (продолжение)

- Иммунокомпетентные клетки ЖКТ-часть общей детоксикационной системы организма, включающей мезентериальные лимфатические узлы и РЭС печени (купферовские клетки)

Двигательная функция кишечника

Механизмы

- Миогенная регуляция
- Местная нервная
- Местная гуморальная
- Центральная

Свойства гладких мышц

- **Автоматия**
- **Способность отвечать сокращением на растяжение.**
- **Пластичность**
- **Тоническое сокращение**

Гуморальные стимуляторы и ингибиторы моторики

Стимуляторы

1. Виликинин
2. Мотилин
3. Бомбезин
4. Гастрин
5. Серотонин

Ингибиторы

1. Соматостатин
2. Эндорфины
3. ХК-ПЗ

ВИДЫ СОКРАЩЕНИЙ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ

1. Тонические сокращения
2. Перистальтическая волна
3. Ритмическая сегментация
4. Маятникообразные движения