

Лекция 18 часть I

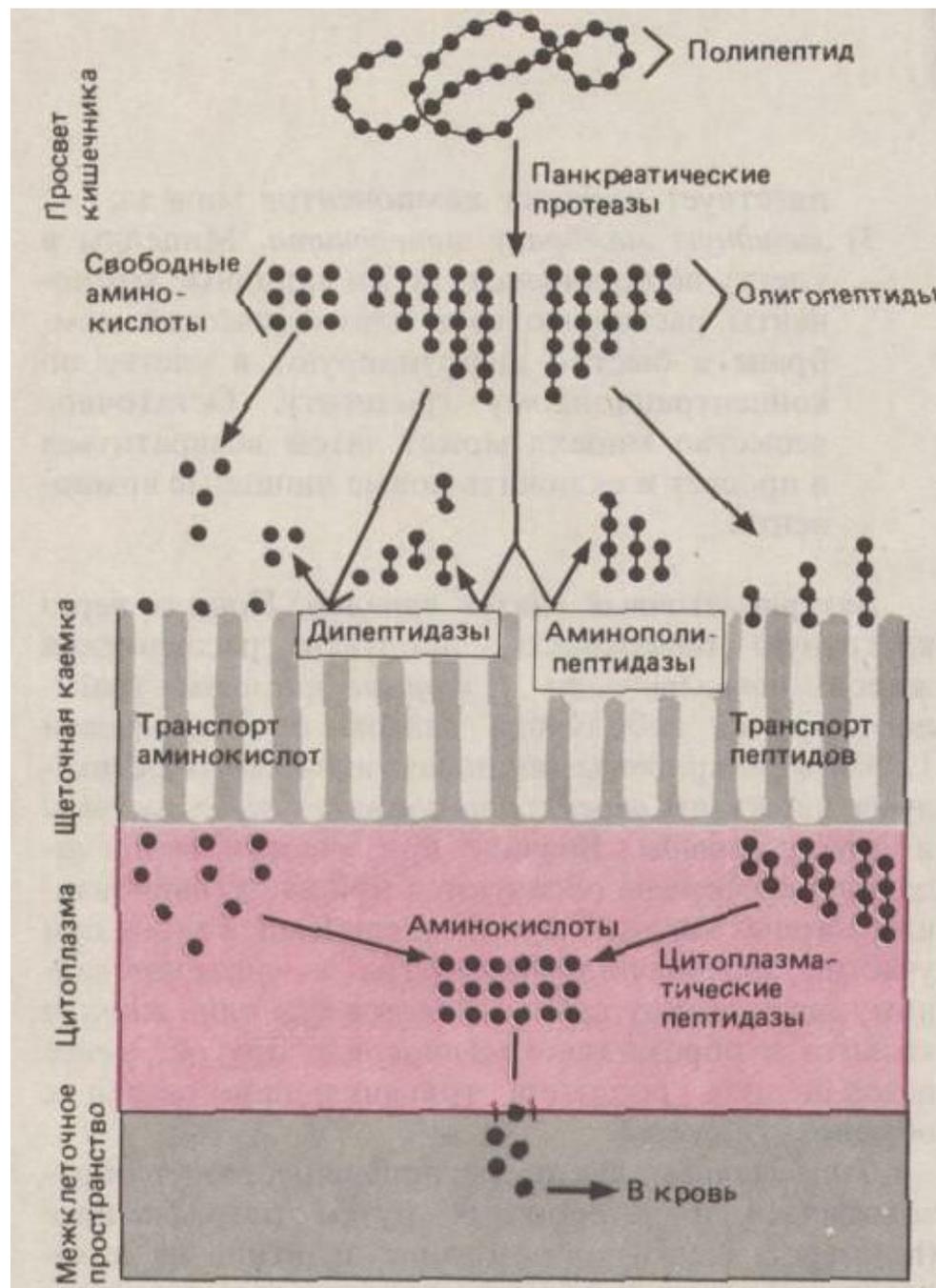
**Пищеварение в тонкой
кишке (окончание):
гидролиз, всасывание.**

Вопрос **1.**

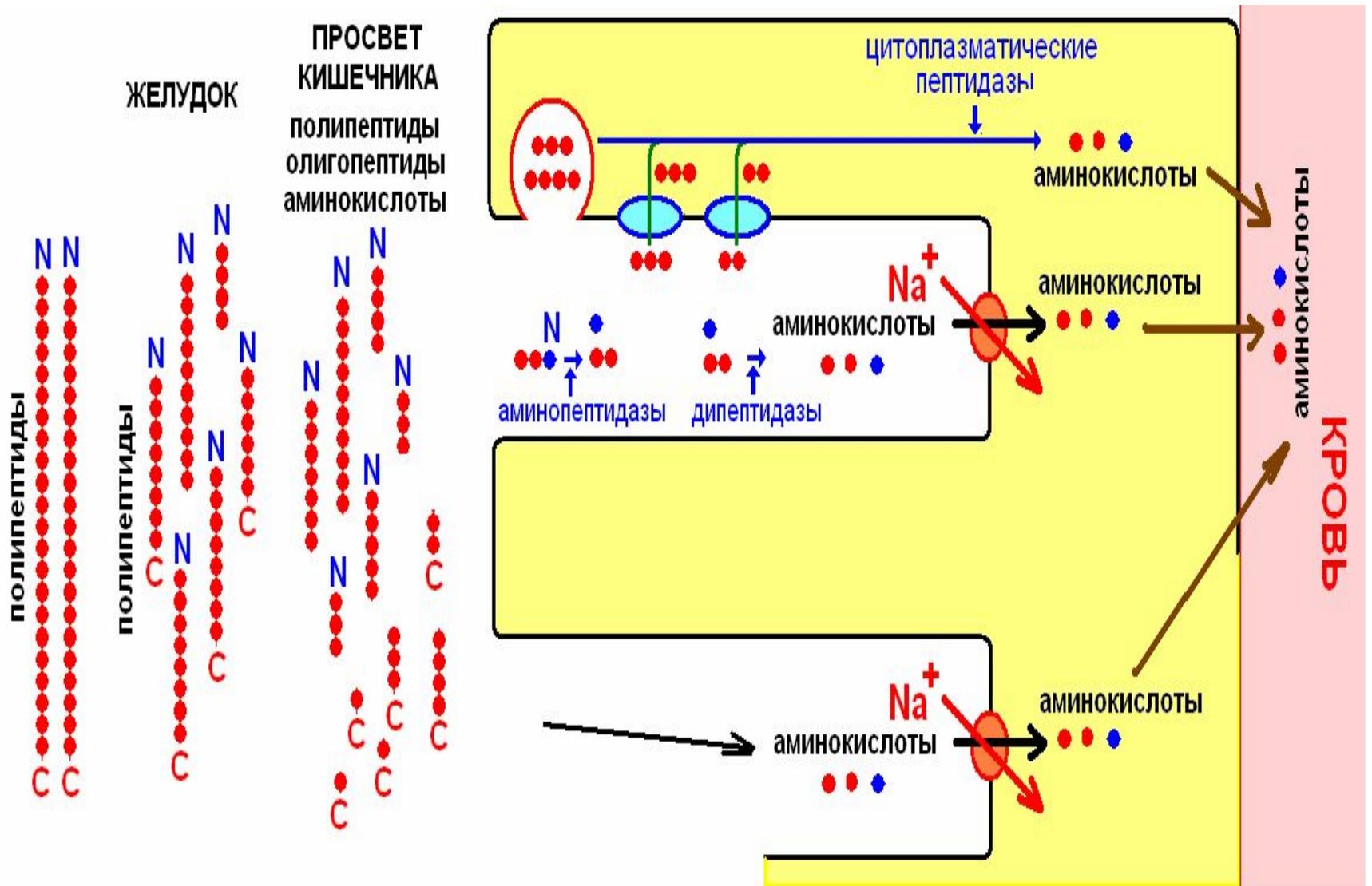
**Гидролиз и всасывание
БЕЛКОВ**

Ферментативный гидролиз

- переваривание белков начинается в желудке, но роль этого этапа относительно невелика, поскольку **пепсином** гидролизуется не более 10-15% белков пищи.
- У больных, страдающих ахилией и дефицитом пепсина, белки, тем не менее, могут нормально перевариваться, так как в тонком кишечнике переваривание белков происходит чрезвычайно эффективно.



Гидролиз и всасывание БЕЛКОВ



Всасывание аминокислот

- сходно с реабсорбцией моносахаров, поскольку специфические белки-переносчики щеточной каемки эпителиальных клеток тонкого кишечника обеспечивают транспорт большинства аминокислот в клетку по механизму **вторично активного транспорта (симпорт с Na⁺)**.

Существуют белки-переносчики для разных групп аминокислот

- альфа-аминомоно-карбоксилых кислот (так называемых нейтральных аминокислот), таких как L-лейцин и L-аланин,
- катионных или дибазных аминокислот (L-аргинин, L-лизин, L-орнитин),
- анионных («кислых») аминокислот (L-глутамат и L-аспартат)
- вторичных аминокислот (L-пролин, L-ОН-пролин и саркоцин),
- глицина, а также для β - и γ -аминокислот (β - аланин и γ -аминобутират (GABA)).

Вопрос **2.**

**Гидролиз и всасывание
ЖИРОВ**

ЖИРЫ: ПРОБЛЕМА ПЛОХОЙ РАСТВОРИМОСТИ В ВОДЕ

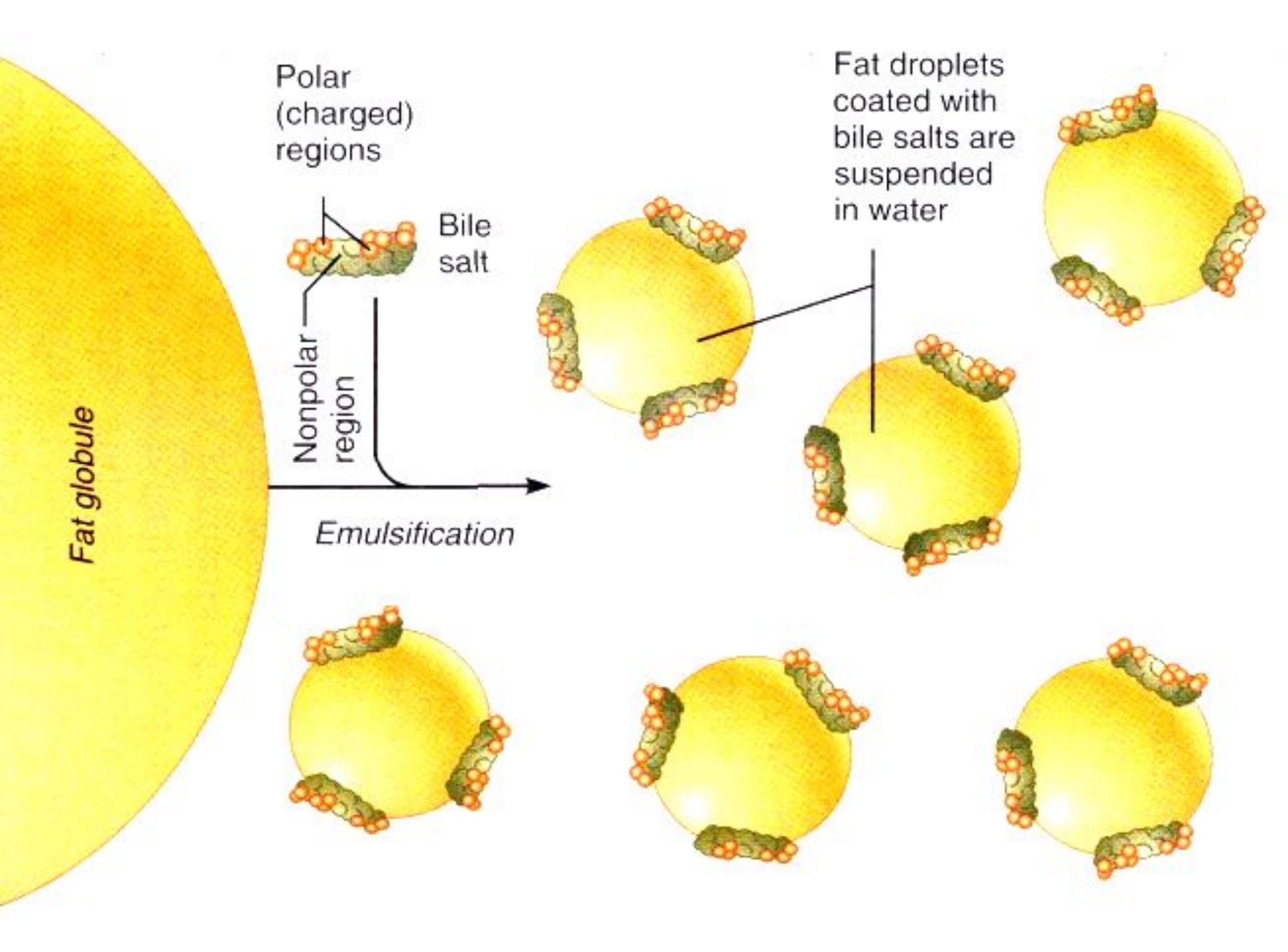
- **Жиры пищи на 90 % состоят из триацилглицеринов,**
- **остальное количество — из холестерина, остатков эфира холестерина, фосфолипидов, сфинголипидов.**

ЖИРЫ: ПРОБЛЕМА ПЛОХОЙ РАСТВОРИМОСТИ В ВОДЕ

- **Переваривание жиров начинается в желудке с помощью неспецифической липазы, выделяемой клетками желез Эбнера, расположенных в основании языка.**
- **Переваривание продолжается в двенадцатиперстной кишке, где на химус действуют липазы поджелудочной железы, фосфолипаза А2 и еще одна неспецифическая липаза.**

ЖИРЫ: ПРОБЛЕМА ПЛОХОЙ РАСТВОРИМОСТИ В ВОДЕ

- **Для переваривания жиров необходимы желчные соли:**
- **они способствуют эмульгированию жиров**
- **образуют мицеллы с продуктами переваривания триацилглицеринов (свободные жирные кислоты, моноацилглицерины).**
- **Мицеллы содержат также холестерин и жирорастворимые витамины.**



Fat globule

Polar
(charged)
regions

Bile salt

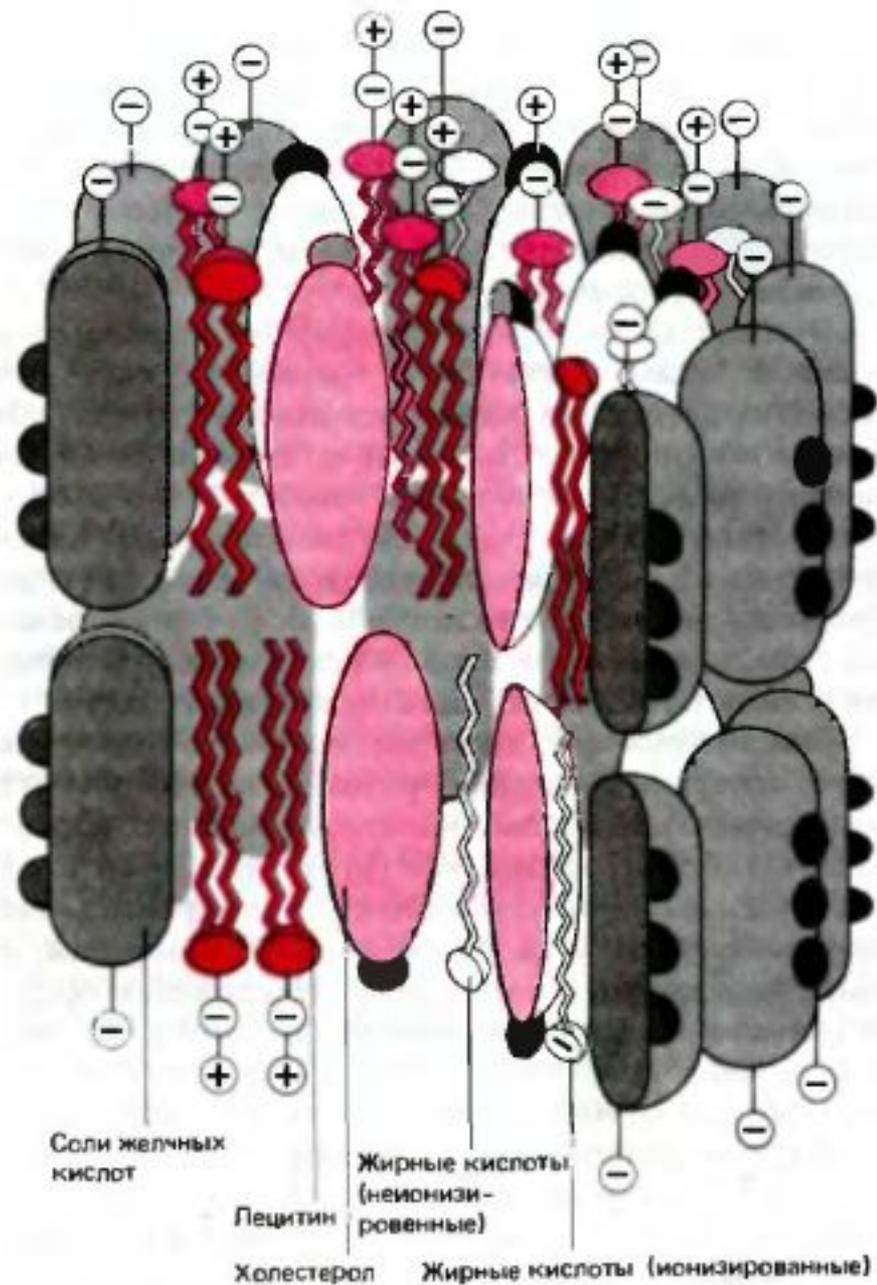
Nonpolar
region

Emulsification

Fat droplets
coated with
bile salts are
suspended
in water

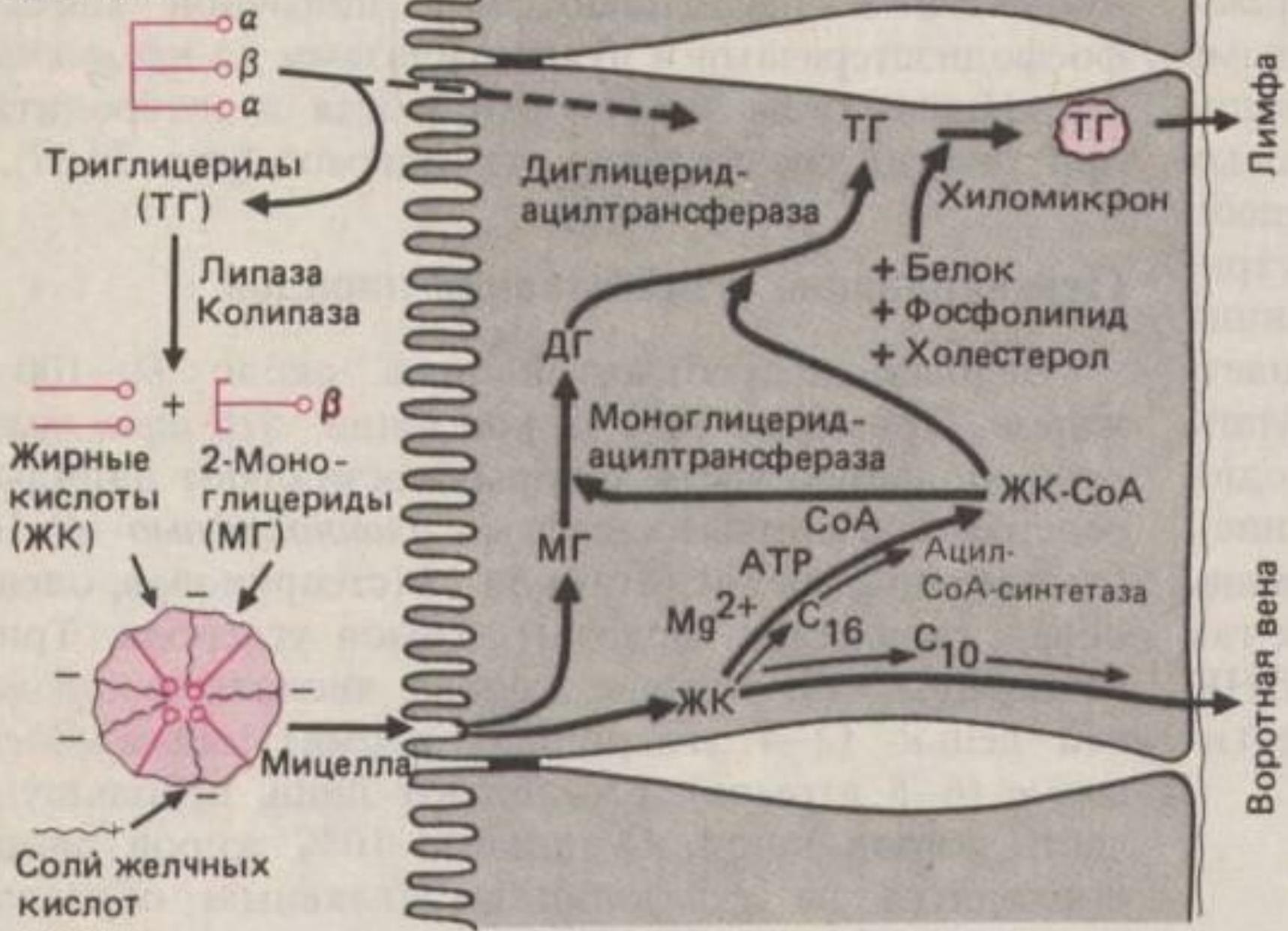
ЖИРЫ: ПРОБЛЕМА ПЛОХОЙ РАСТВОРИМОСТИ В ВОДЕ

- **Мицеллы вступают в контакт с мембраной клеток кишечного эпителия, что необходимо для всасывания жиров.**
- **Поступающие в клетки жирные кислоты, моноацилглицерины и холестерин этерифицируются, что способствует образованию хиломикронов — соединений моноацилглицеринов и холестерина с фосфолипидами и апопротеинами.**



Строение смешанной мицеллы. Сердцевина мицеллы, состоящая из холестерина, лецитина, жирных кислот и моноглицеридов, покрыта снаружи желчными кислотами, гидрофильные группы которых находятся на поверхности мицеллы

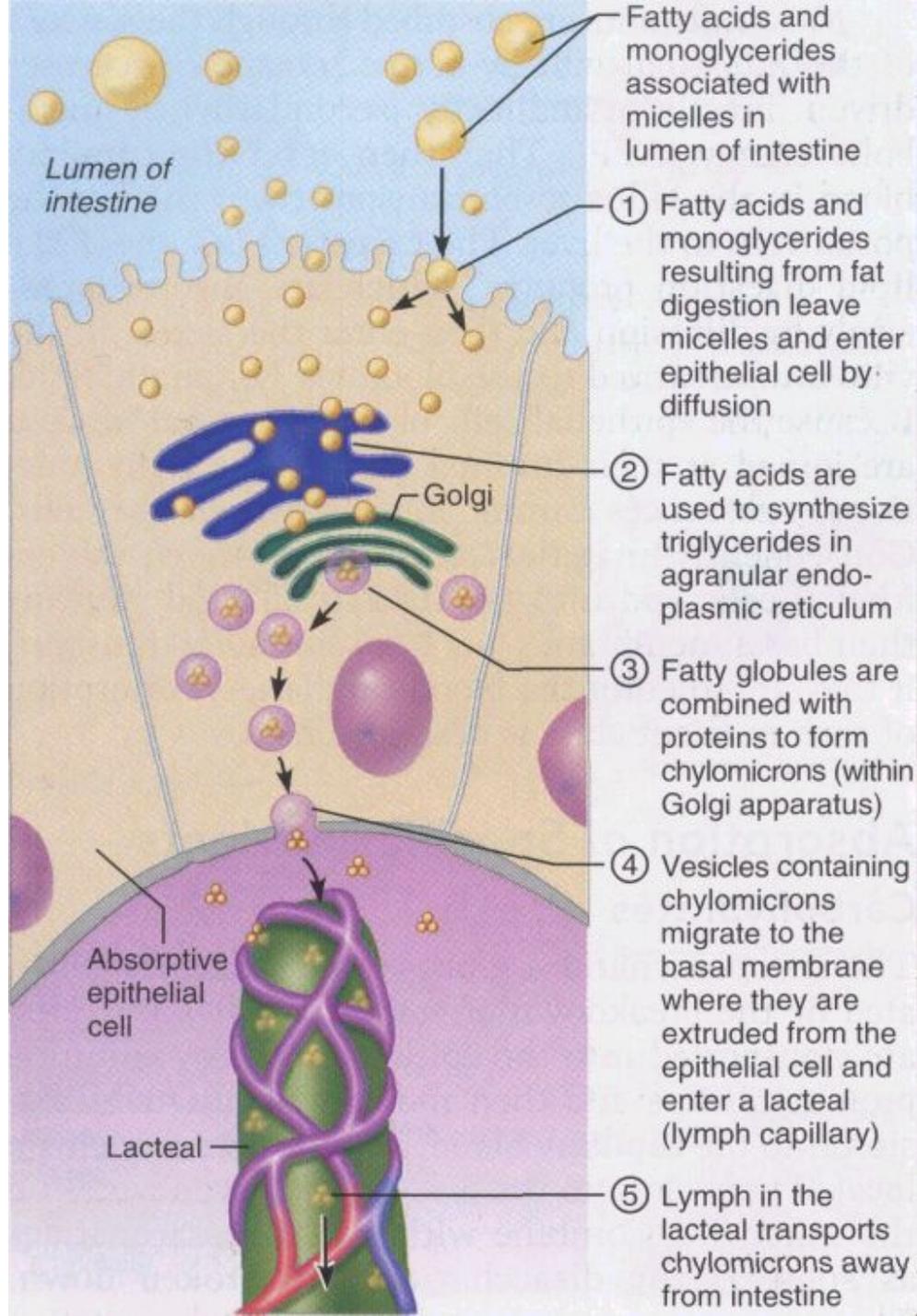
Просвет кишечника Среднецепочечные ТГ Клетка слизистой



- 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.

ЖИРЫ: ПРОБЛЕМА ПЛОХОЙ РАСТВОРИМОСТИ В ВОДЕ

- **Хиломикроны попадают в лимфу, с которой они поступают в систему кровообращения, минуя печень.**
- Для желчных солей в тонком кишечнике существует реабсорбционный механизм (кишечно-печеночная рециркуляция желчных солей).



Fatty acids and monoglycerides associated with micelles in lumen of intestine

Lumen of intestine

① Fatty acids and monoglycerides resulting from fat digestion leave micelles and enter epithelial cell by diffusion

② Fatty acids are used to synthesize triglycerides in agranular endoplasmic reticulum

③ Fatty globules are combined with proteins to form chylomicrons (within Golgi apparatus)

④ Vesicles containing chylomicrons migrate to the basal membrane where they are extruded from the epithelial cell and enter a lacteal (lymph capillary)

⑤ Lymph in the lacteal transports chylomicrons away from intestine

Golgi

Absorptive epithelial cell

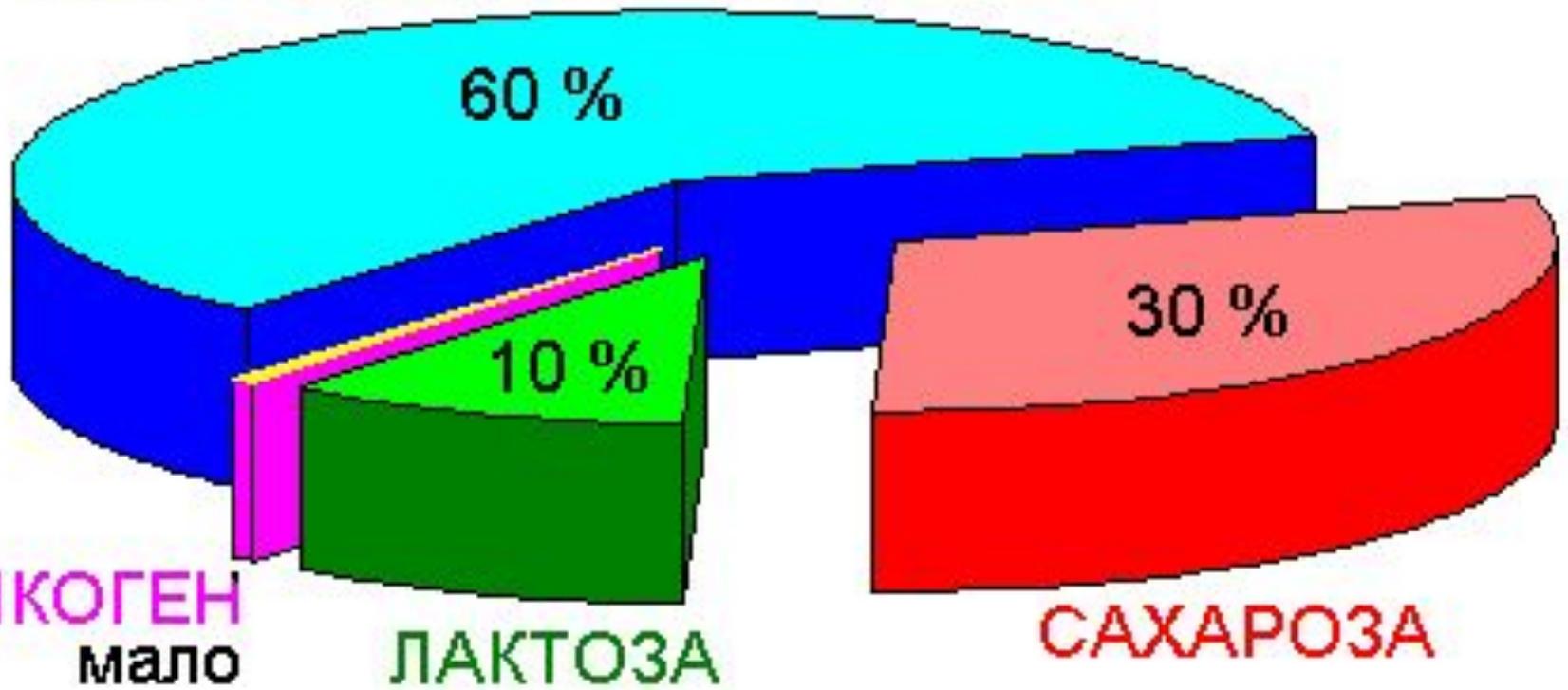
Lacteal

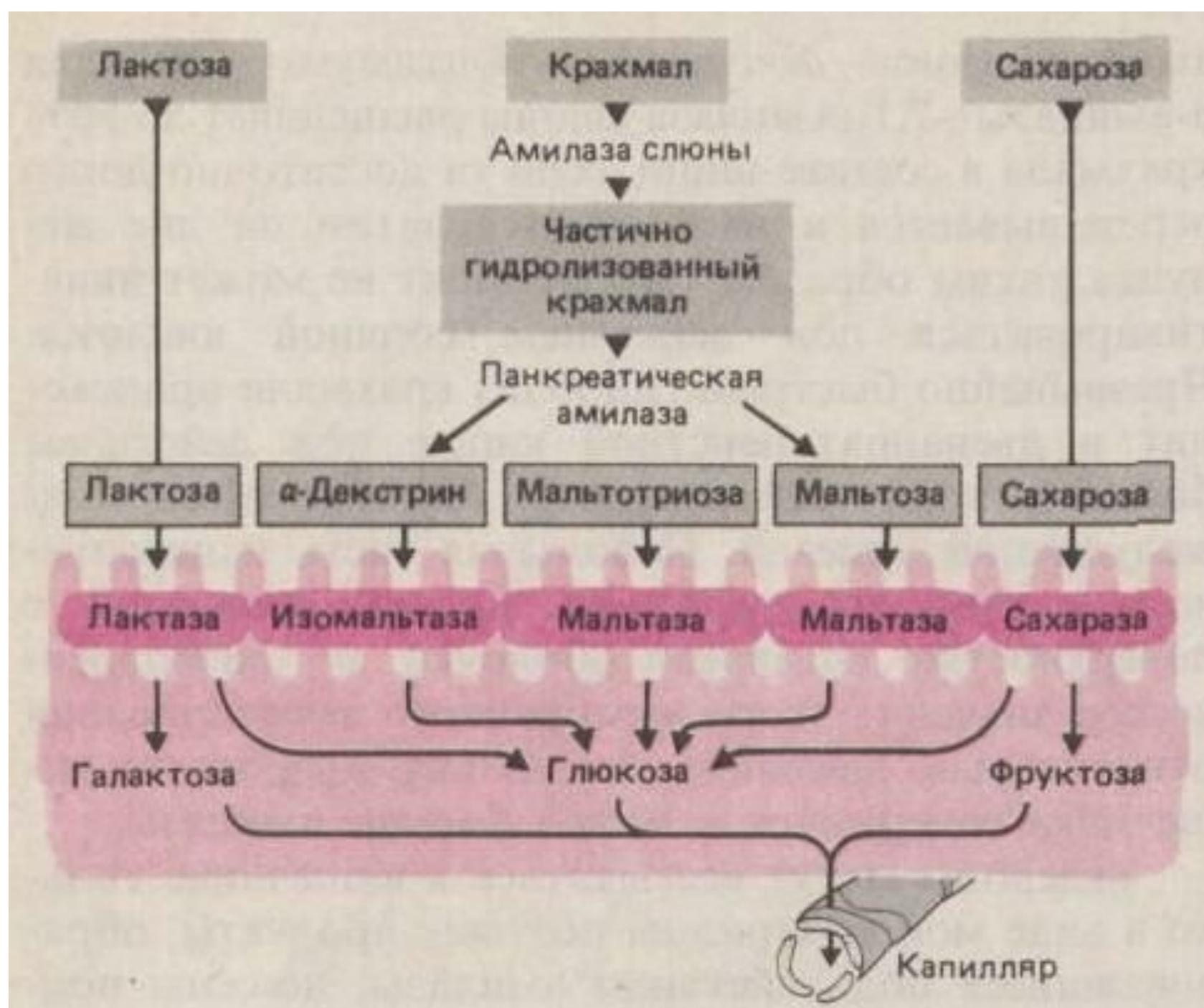
Вопрос **3.**

**Гидролиз и всасывание
УГЛЕВОДОВ**

Гидролиз углеводов в тонкой кишке

КРАХМАЛ растительный





Вопрос 4.

**Гидролиз и всасывание
ЭЛЕКТРОЛИТОВ**

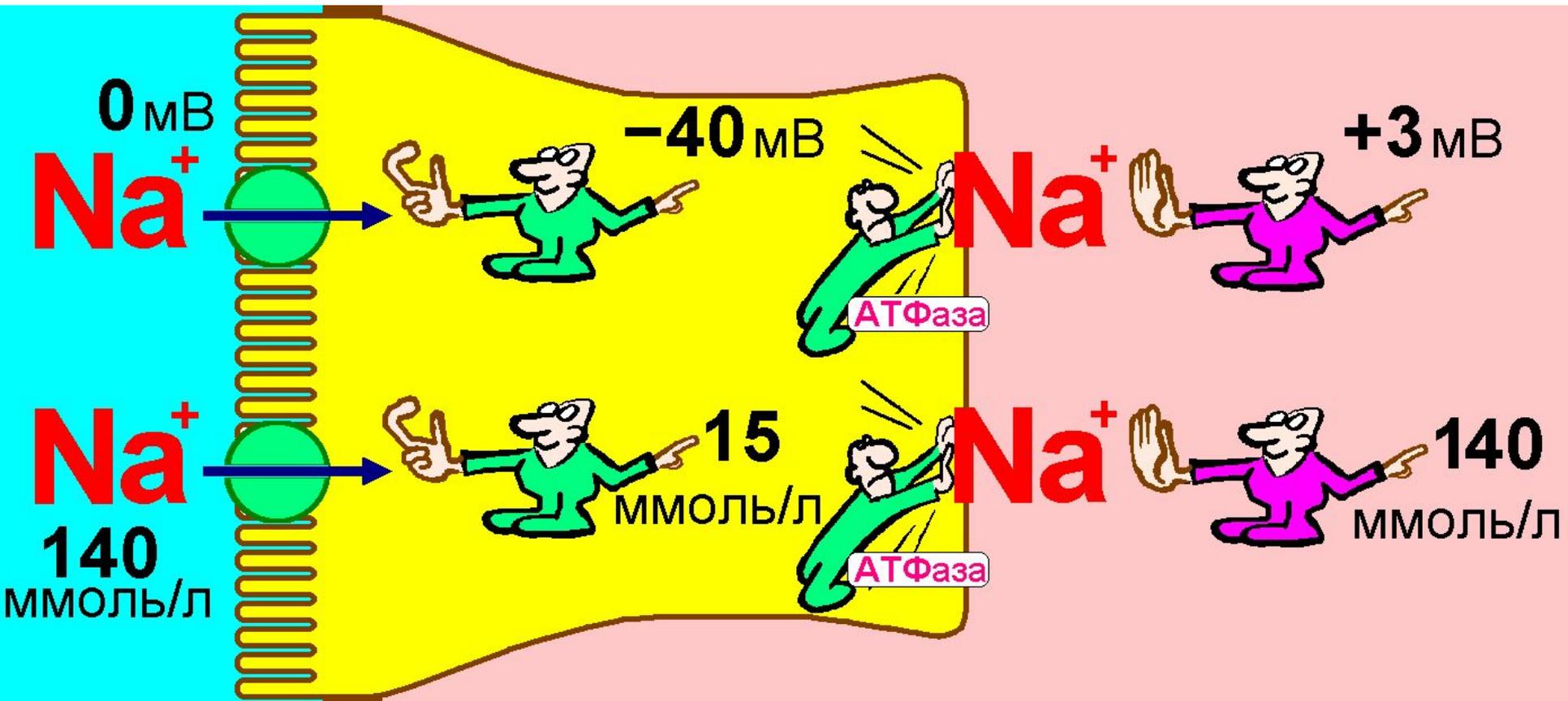
Транспорт ионов Na⁺

- Одна из чрезвычайно важных функций тонкого кишечника.
- Na⁺ создаёт в основном электрический и осмотический градиенты;
- Na⁺ участвует в сопряженном транспорте других веществ.

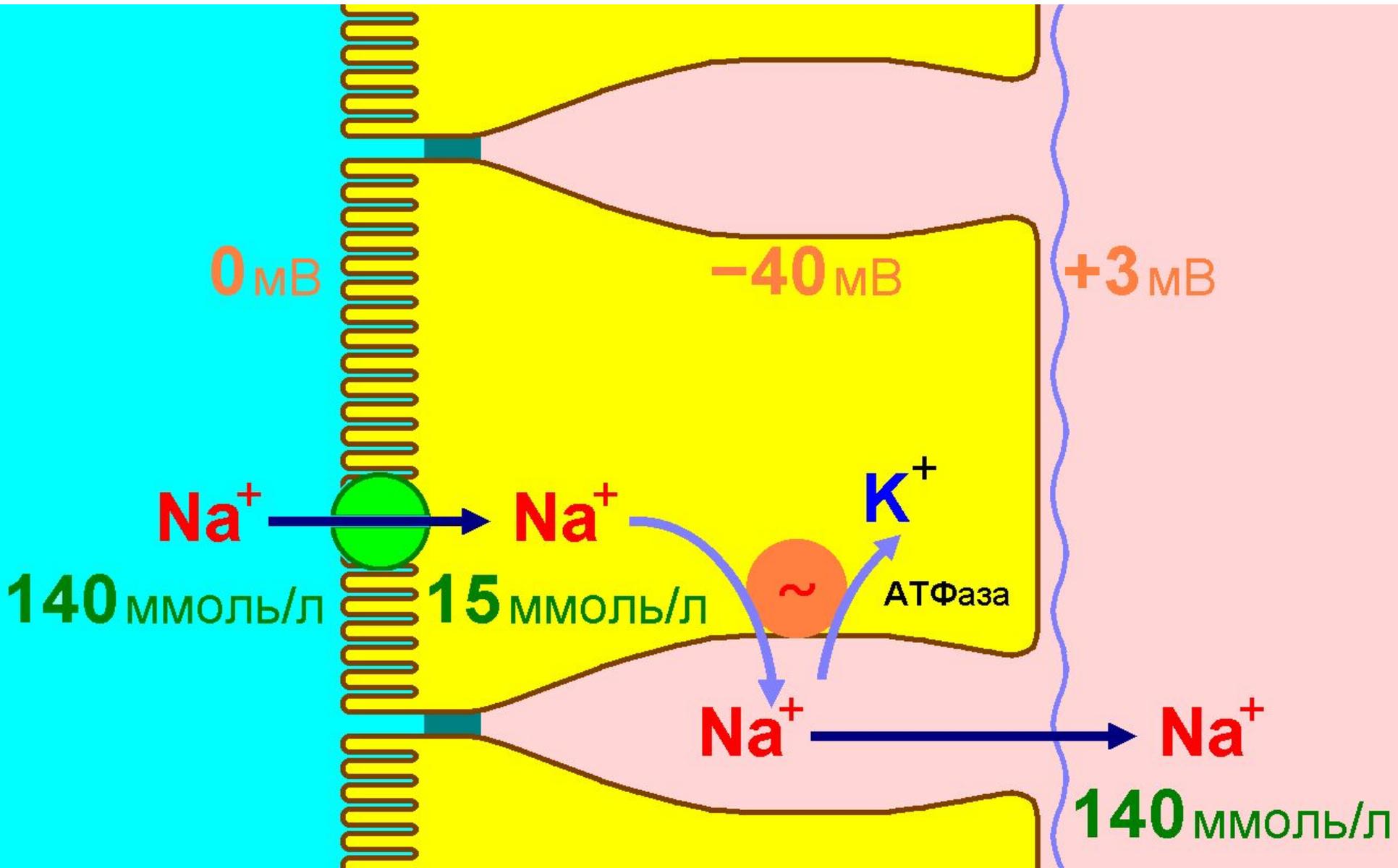
Всасывание Na^+ в кишечнике происходит очень эффективно:

- из 200 – 300 ммоль Na^+ ежедневно поступающих в кишечник с пищей, и 200 ммоль секретиремого в него Na^+ с калом выводятся только 3 – 7 ммоль, основная же часть Na^+ всасывается в тонком кишечнике.

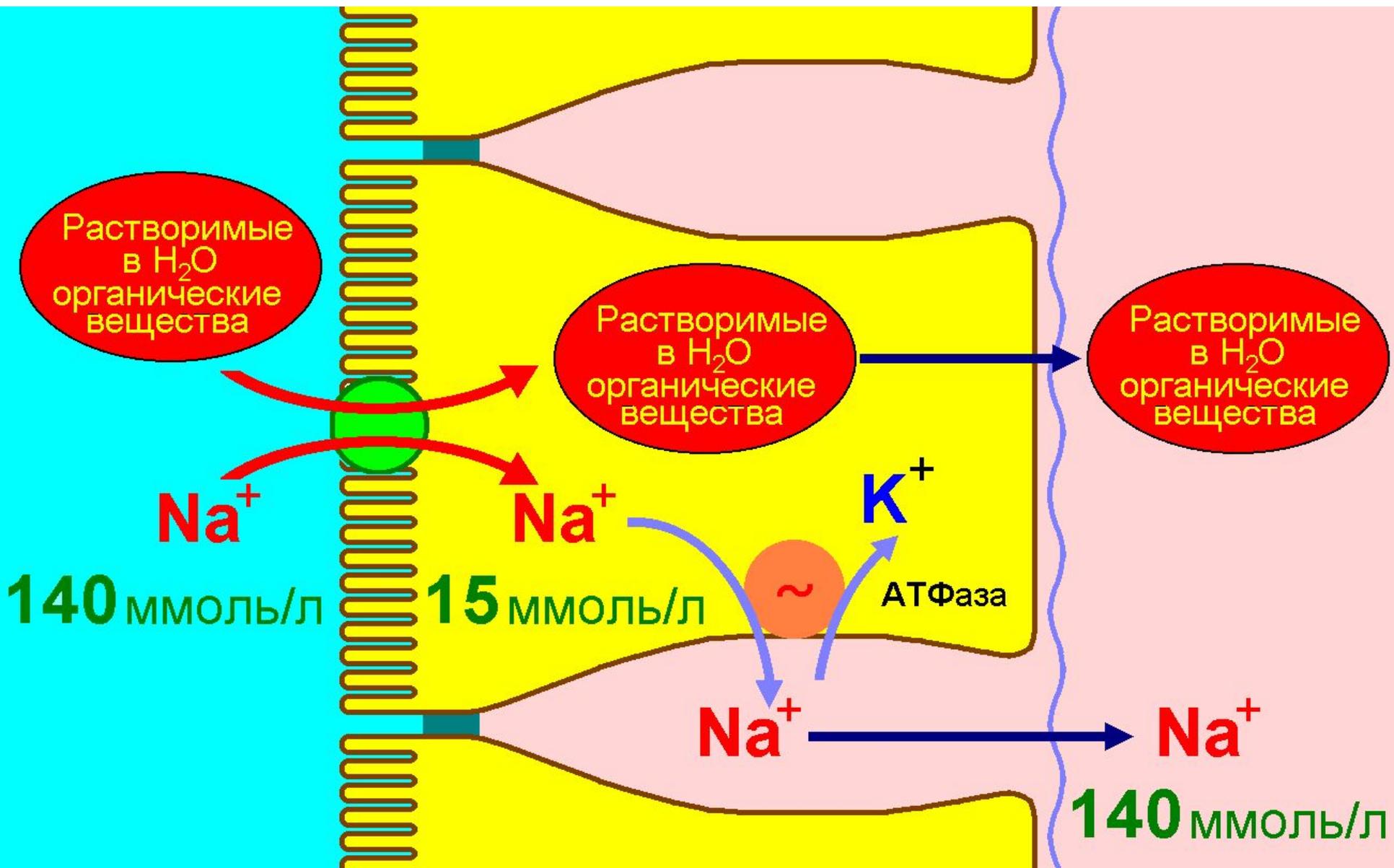
Активный транспорт Na^+



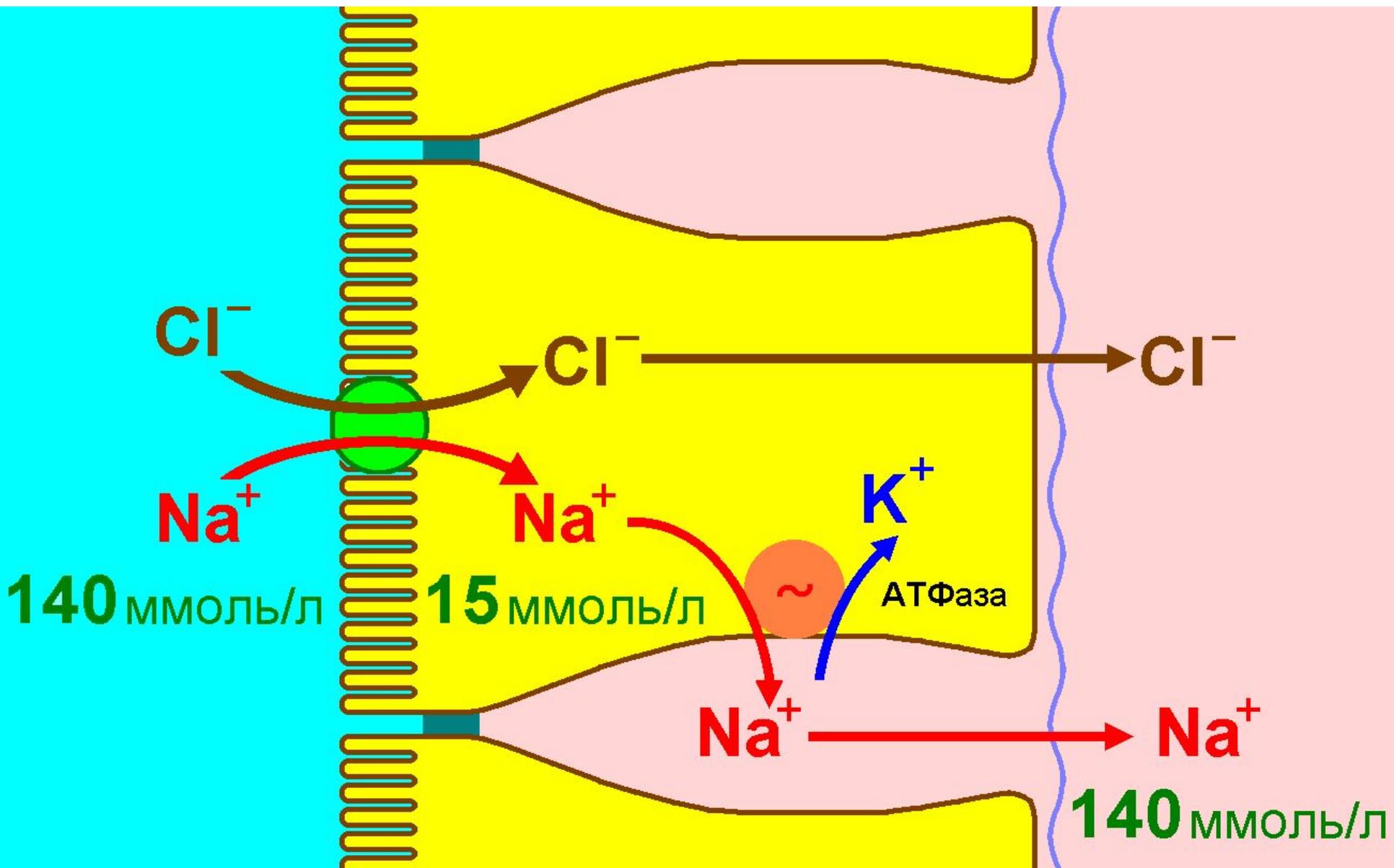
Электрогенный транспорт Na^+



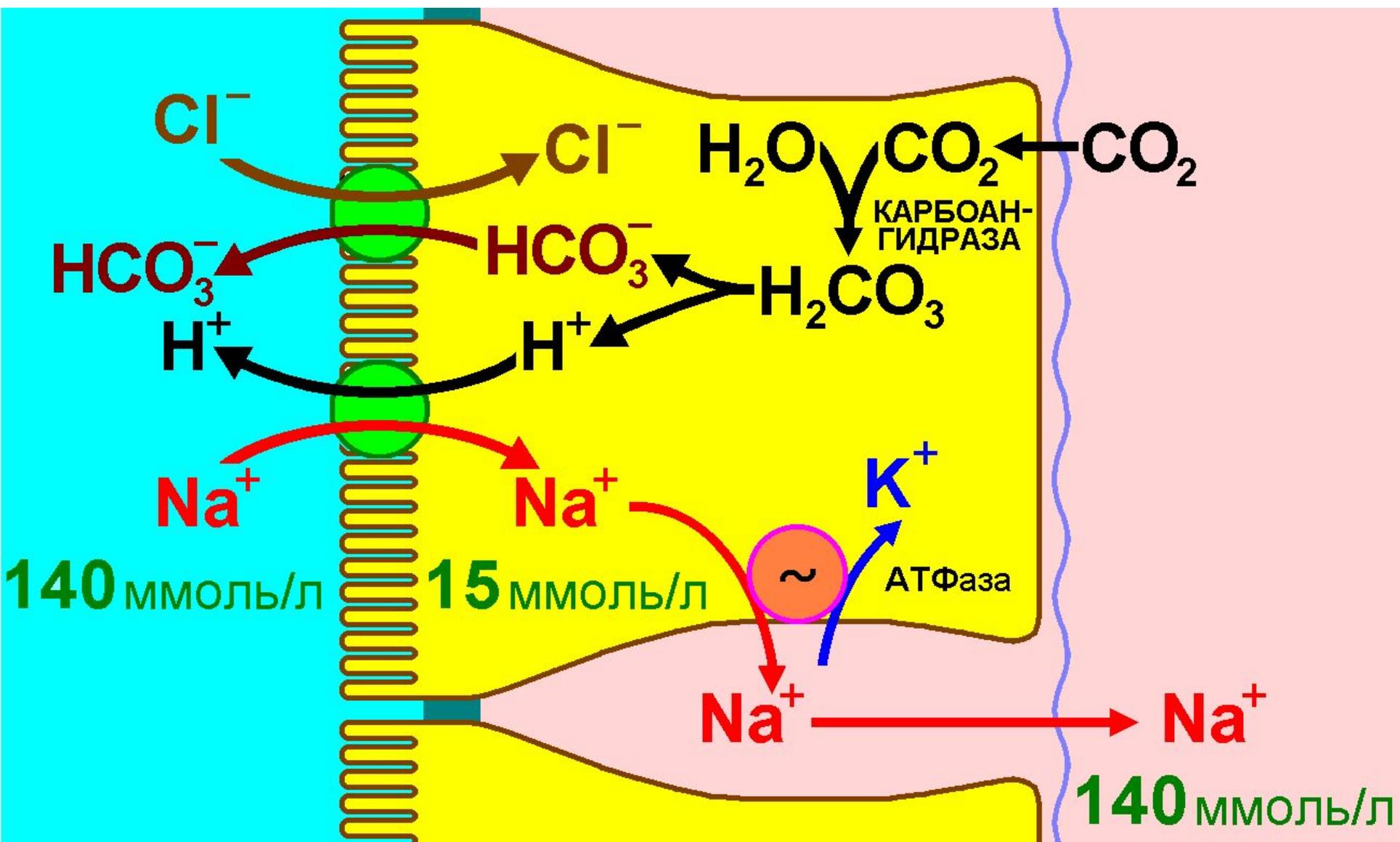
Вторичный активный антипорт



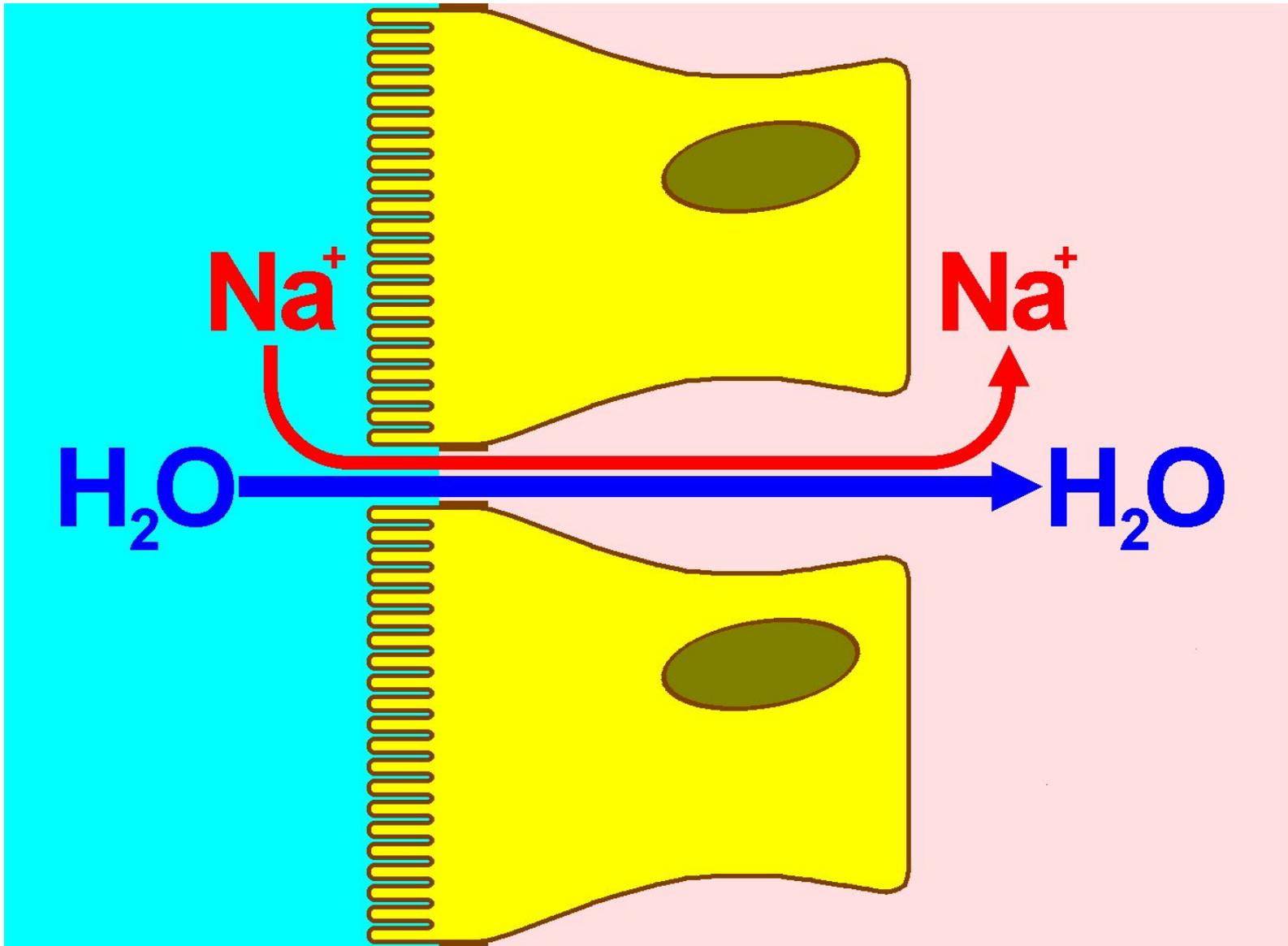
Электронейтральный транспорт NaCl

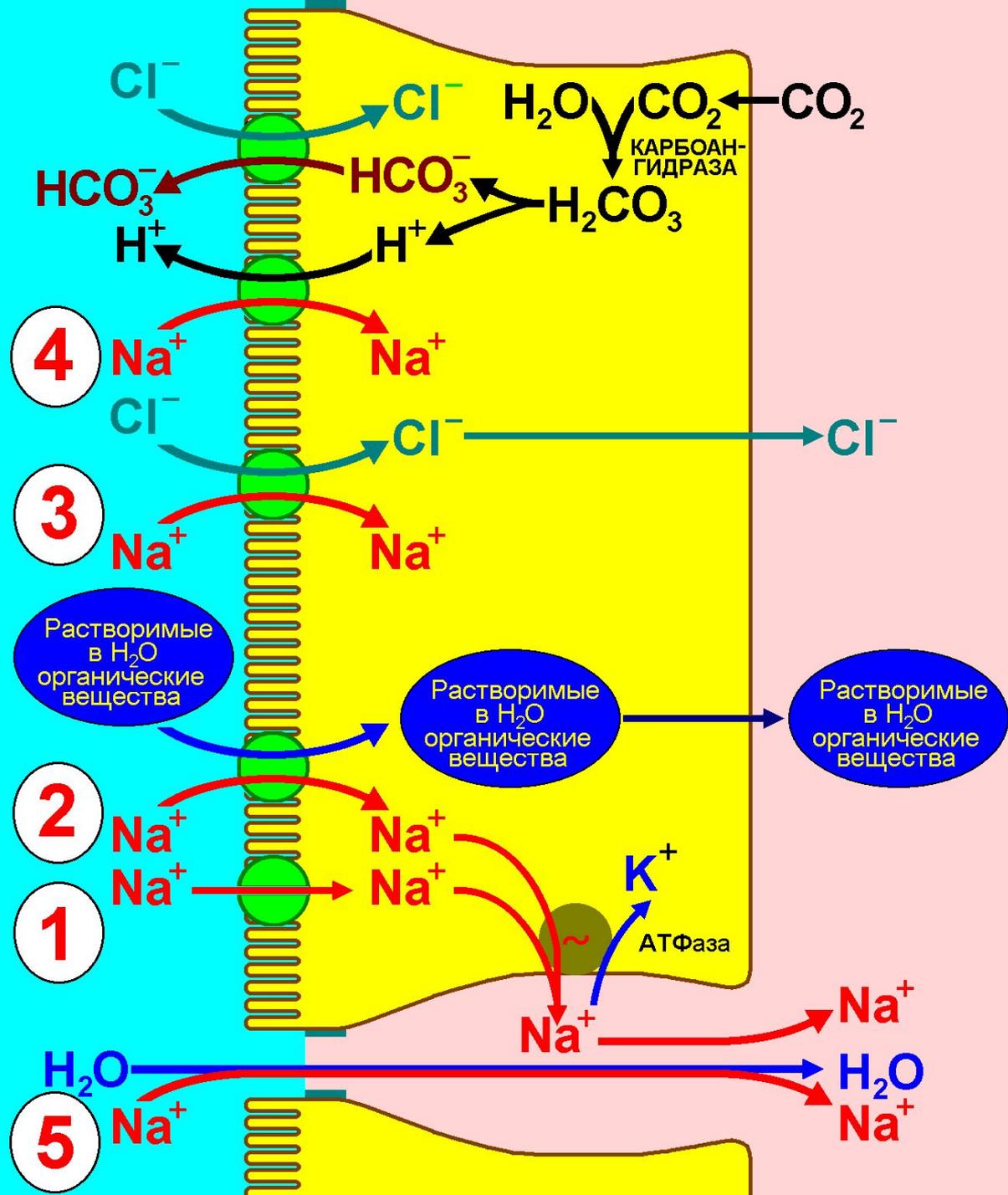


Электронейтральный обмен



Конвективный перенос Na^+

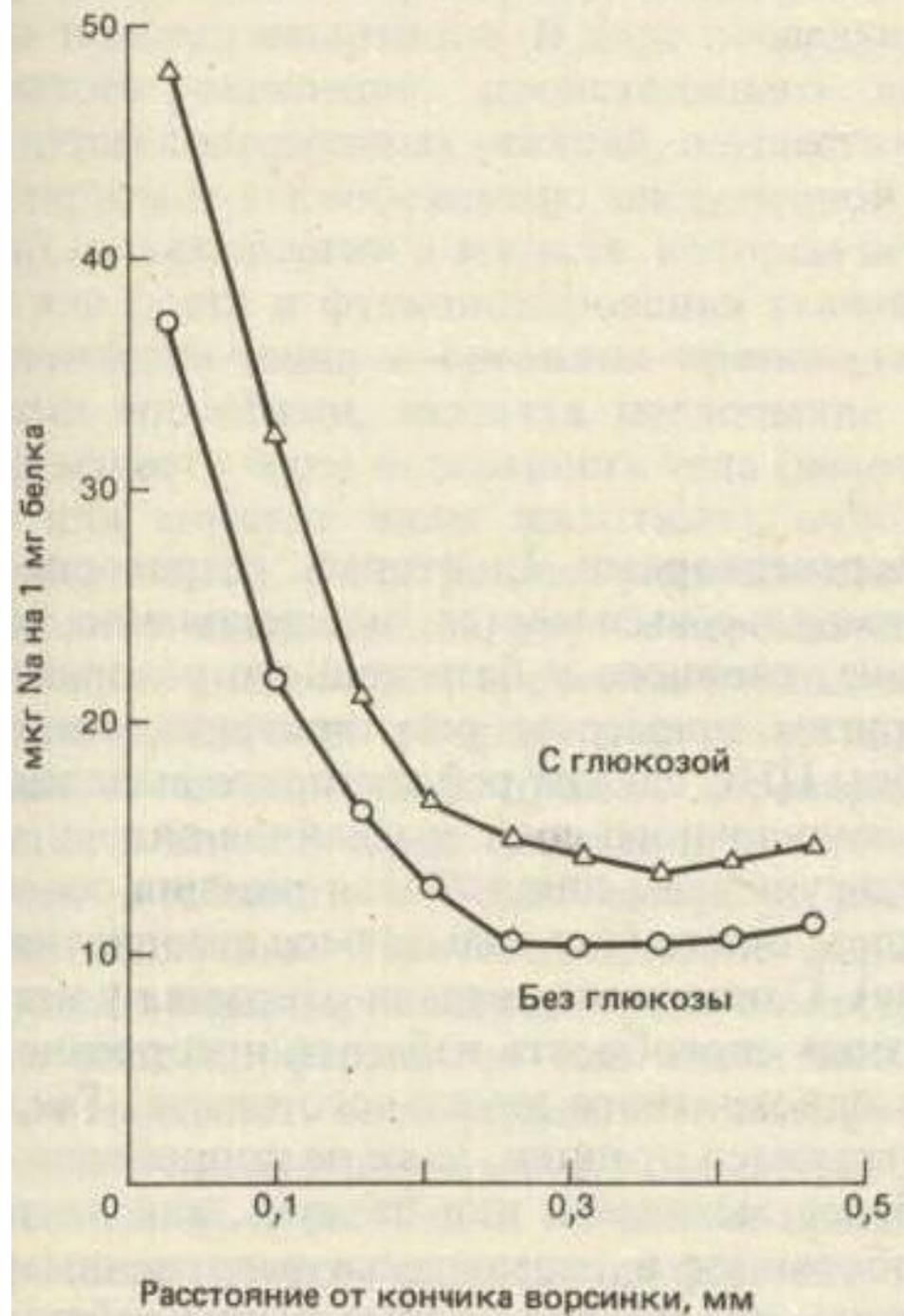




Всасывание ионов Na^+ в кишечнике происходит как за счет активного, так и за счет пассивного механизмов, в том числе путем :

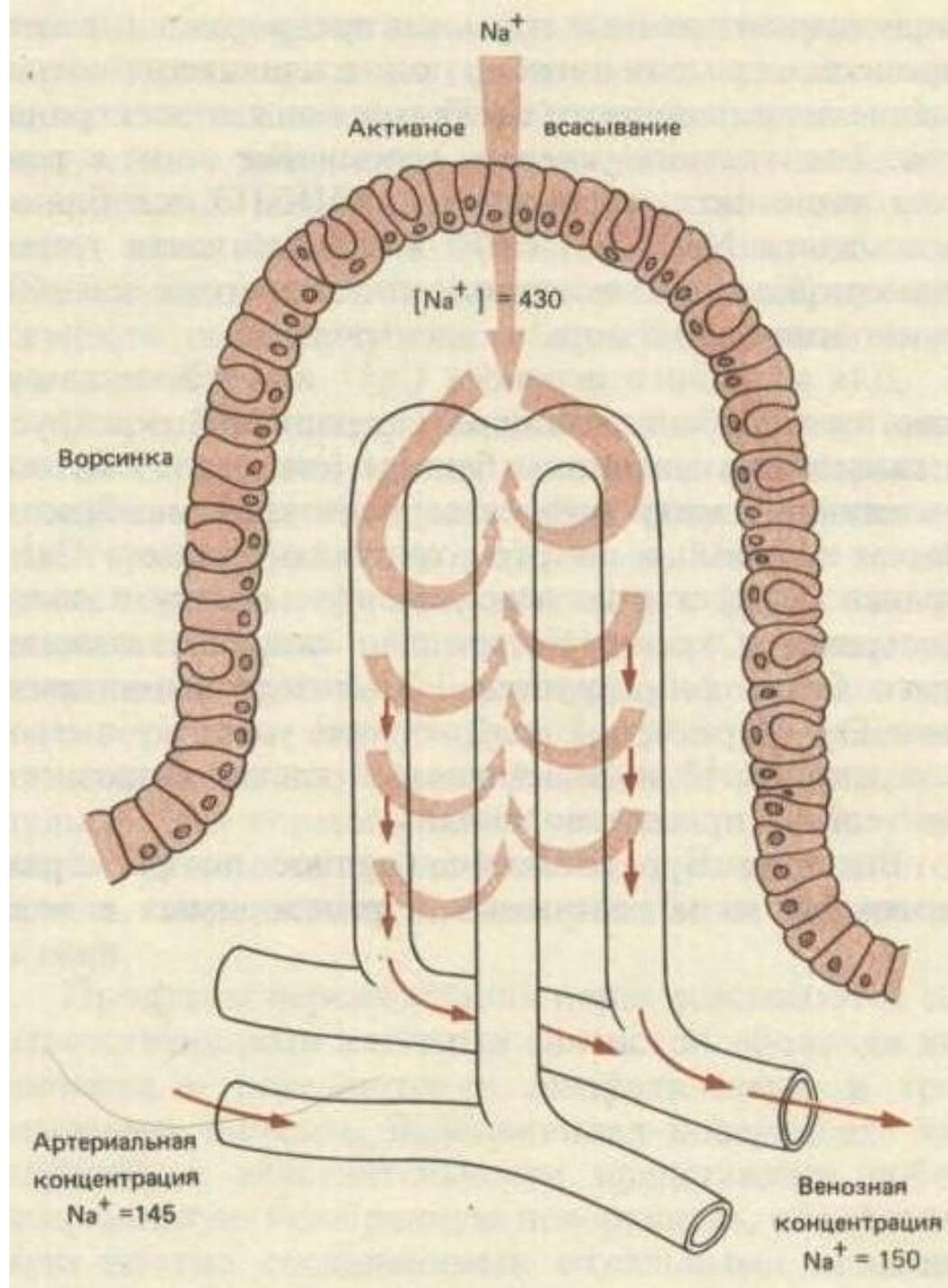
- Электрогенного поглощения ионов Na^+ против электрохимического градиента (***электрогенного транспорта***).
- транспорта, сопряженного с переносом незаряженных соединений (глюкозы, аминокислот и т.д.)
- электронейтрального транспорта NaCl ,
- двойного обмена Na^+ на H^+ и Cl^- на HCO_3^-
- пассивный транспорт путем конвекции (следование за растворителем).

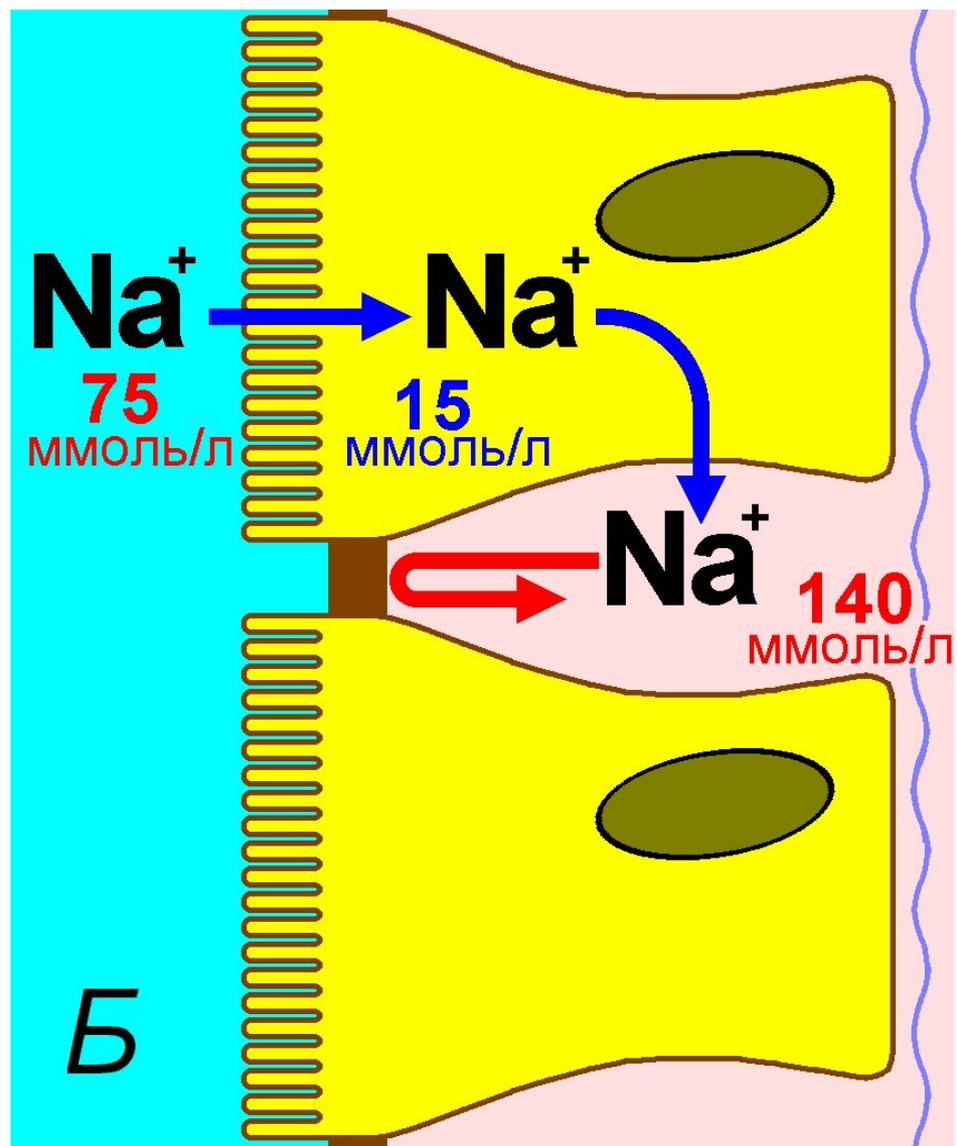
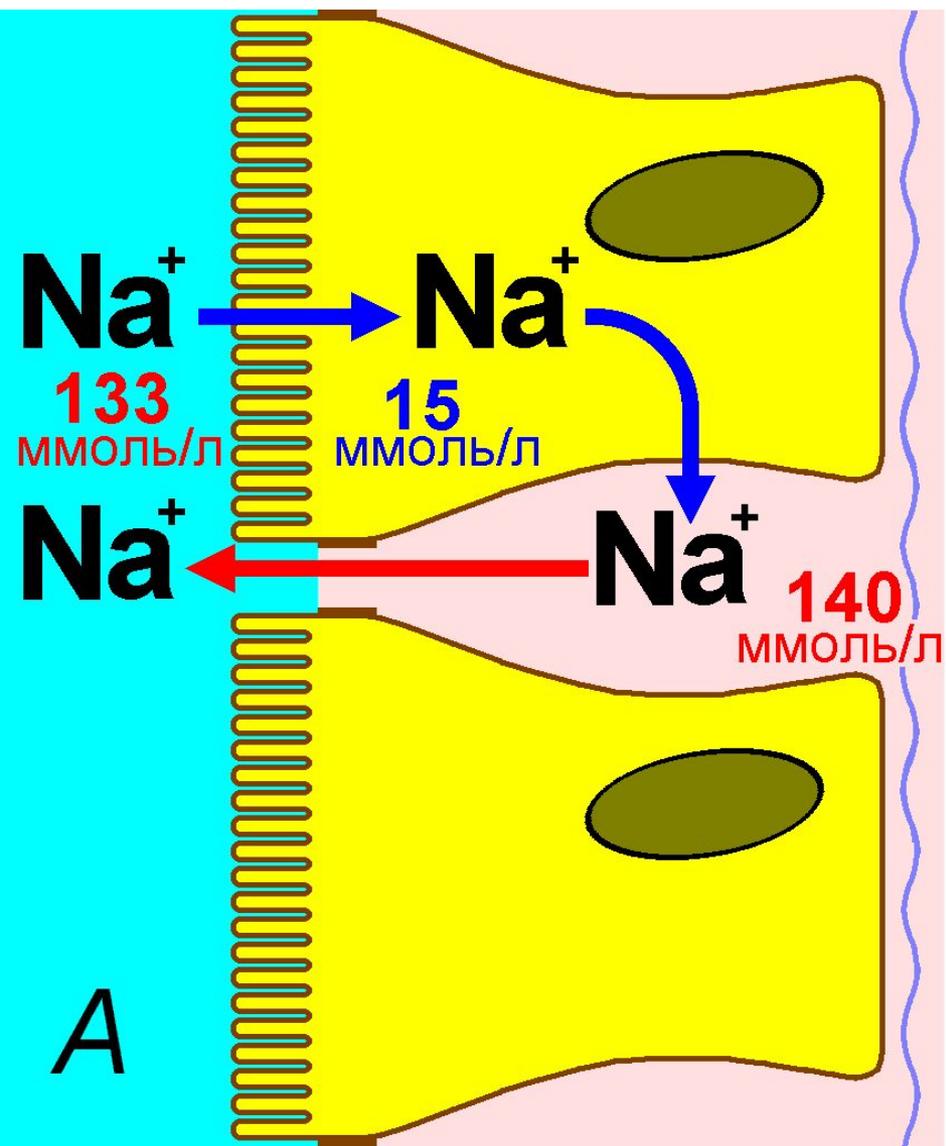
Градиент
концентрации
 Na^+ по ходу
кишечной
ворсинки



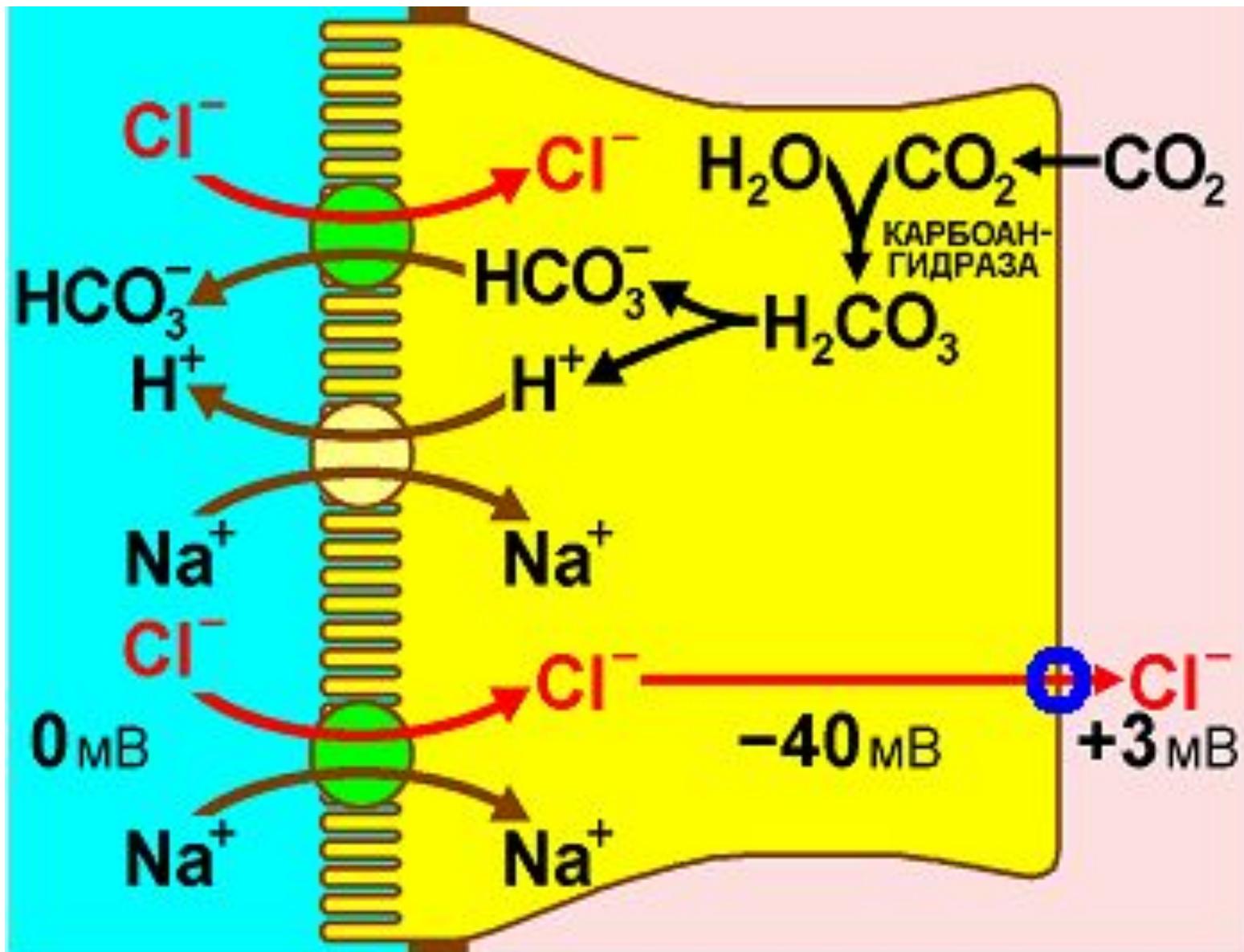
Противоточный
механизм при
всасывании Na^+

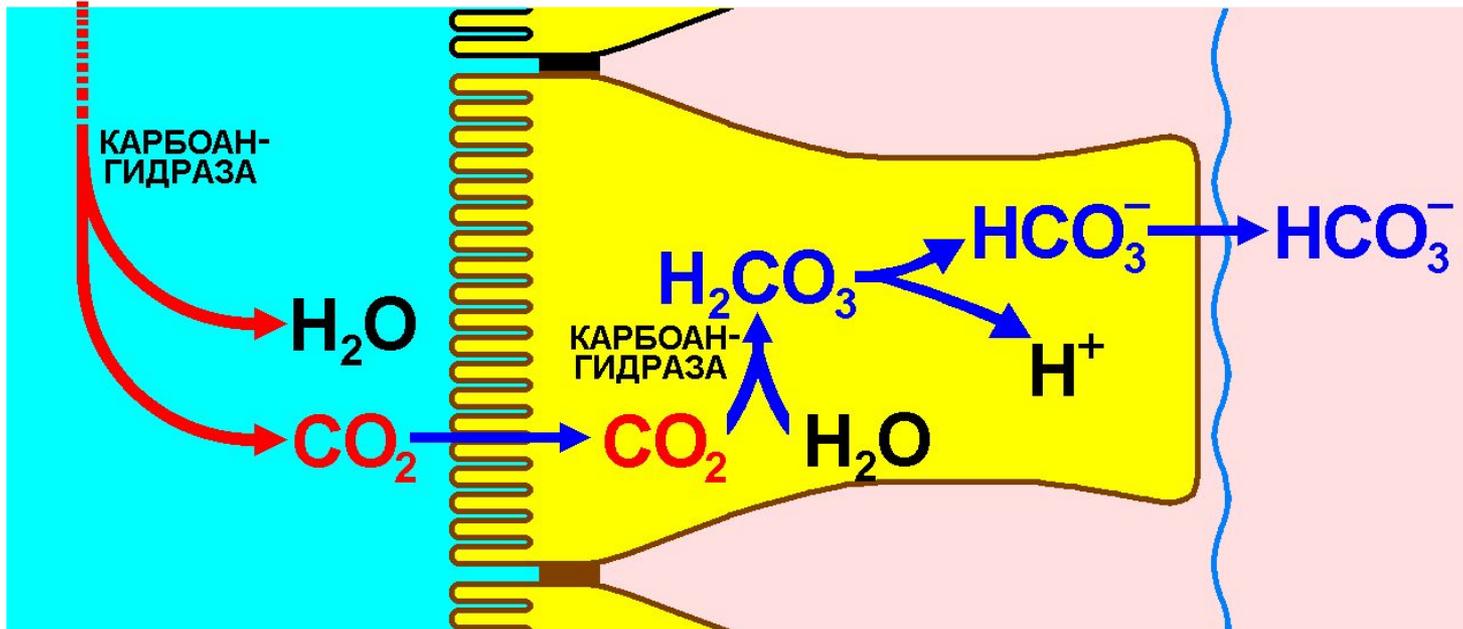
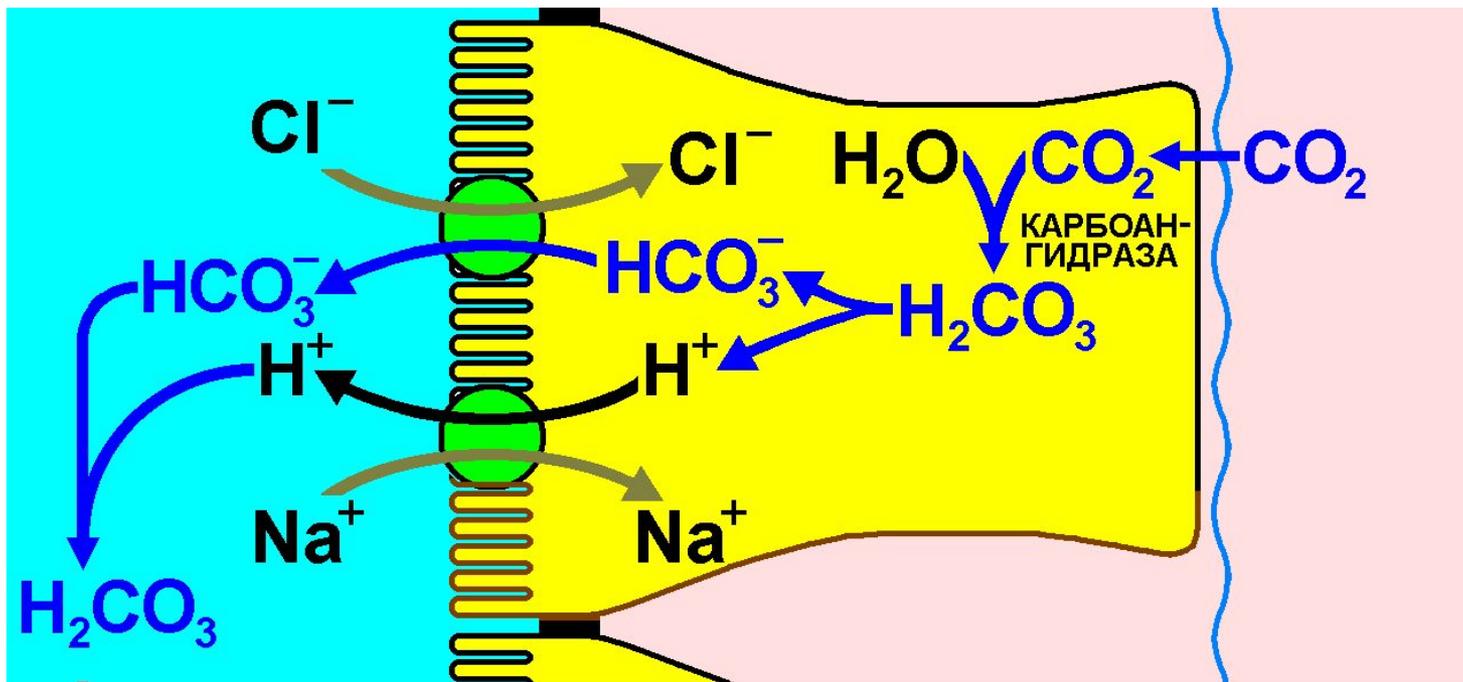
в ворсинке кишечника

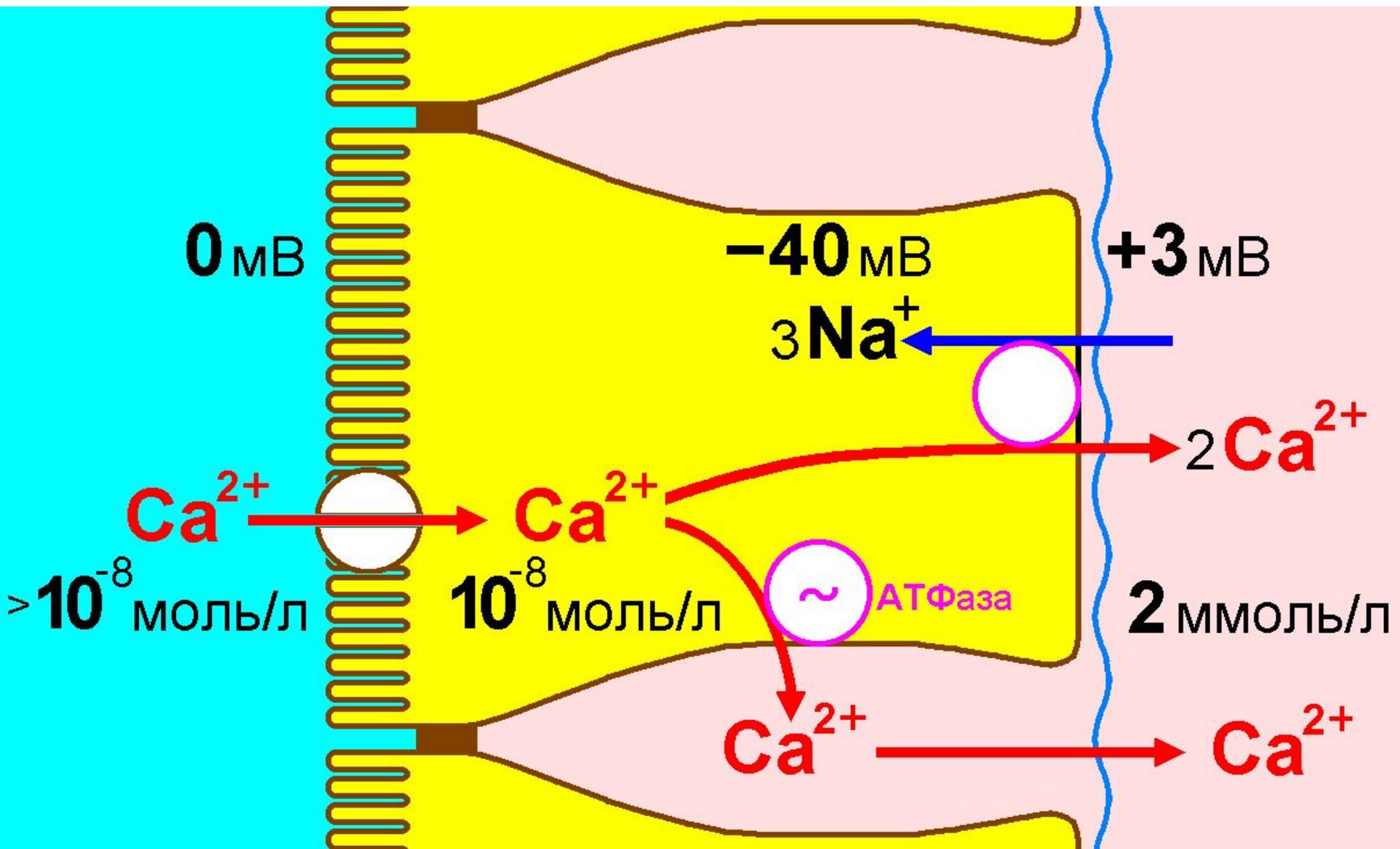


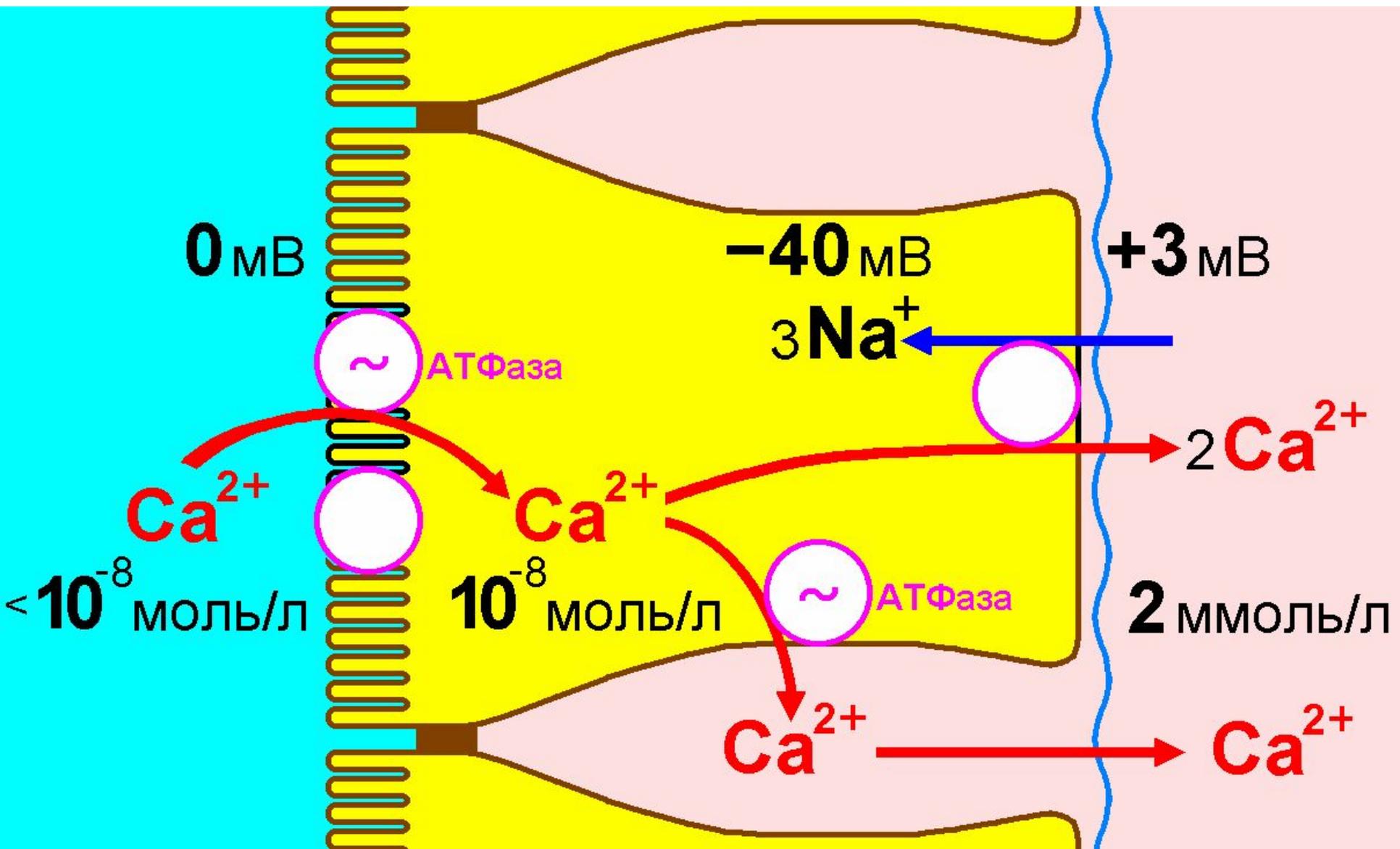


Транспорт Cl^-





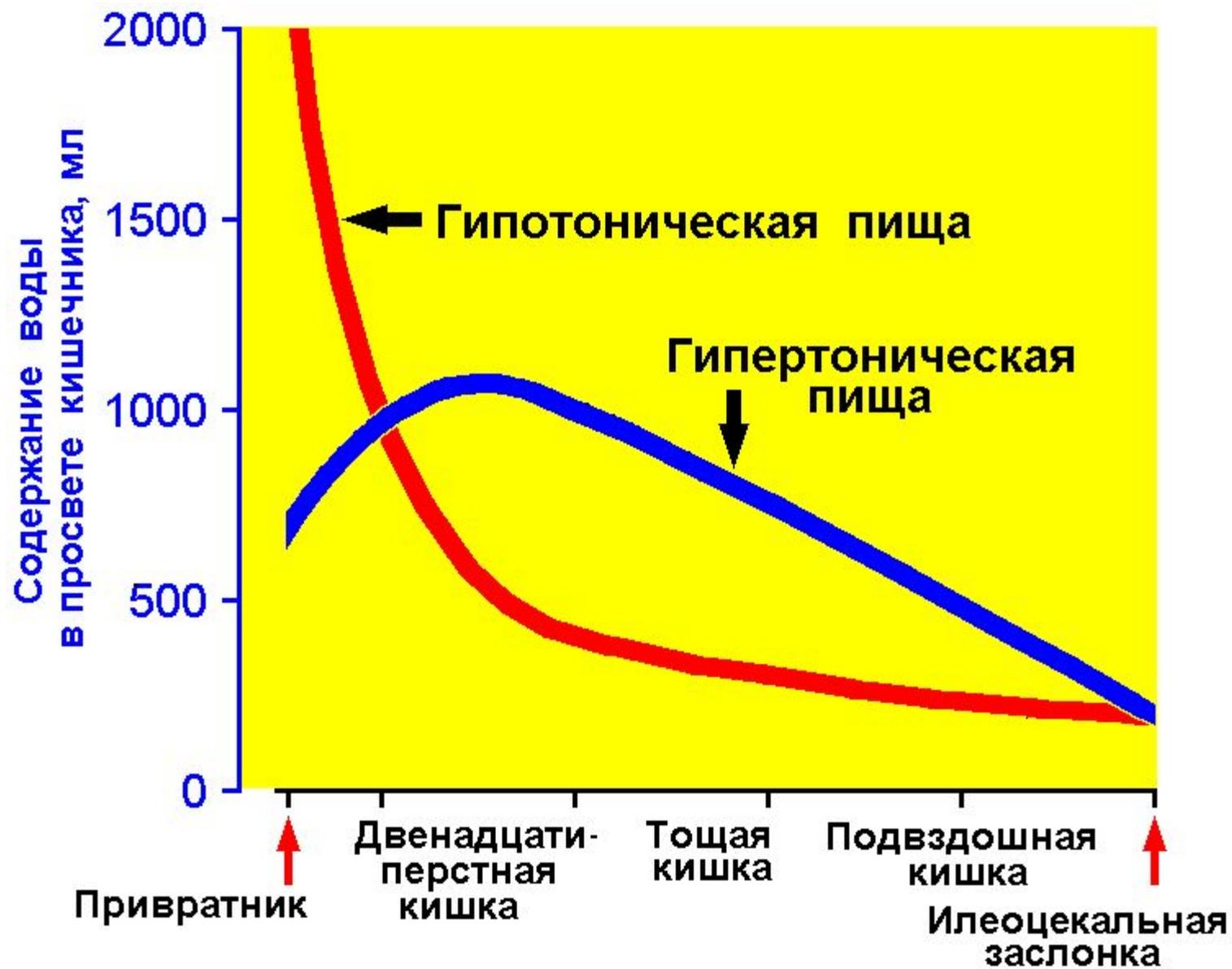


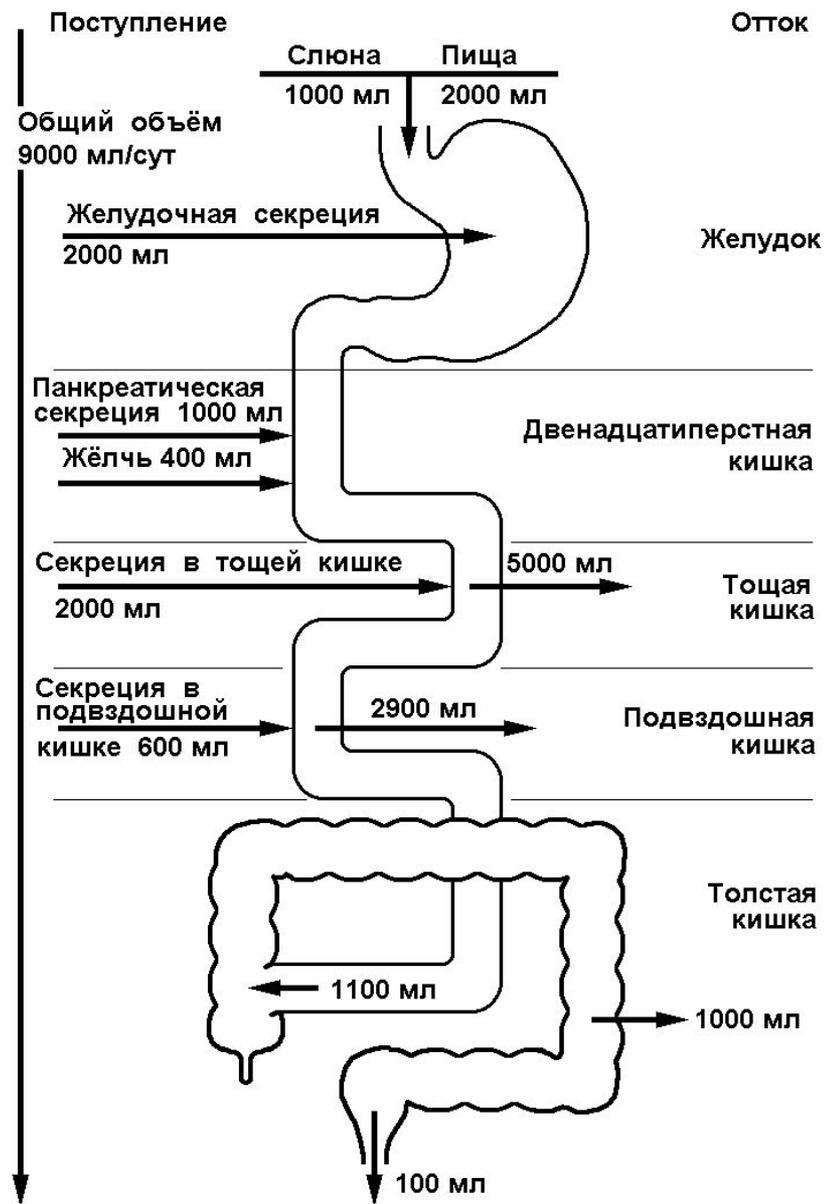


Вопрос **5.**

Всасывание воды

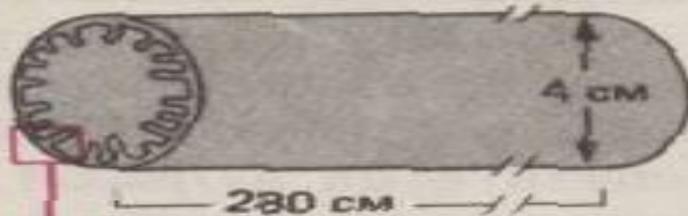
Содержание воды в тонком кишечнике при разной осмолярности пищи



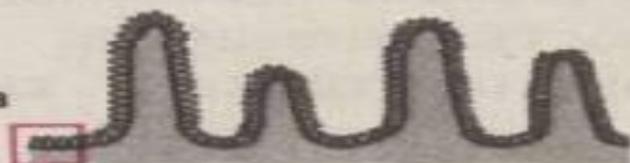


Структура

Кишечник
в виде
цилиндра



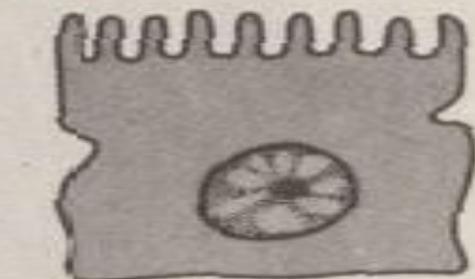
Складки
Керкринга



Ворсинки



Микро-
ворсинки



Увеличение
площади по-
верхности
(Цилиндр = 1)

Площадь по-
верхности,
м²

1

0,33

3

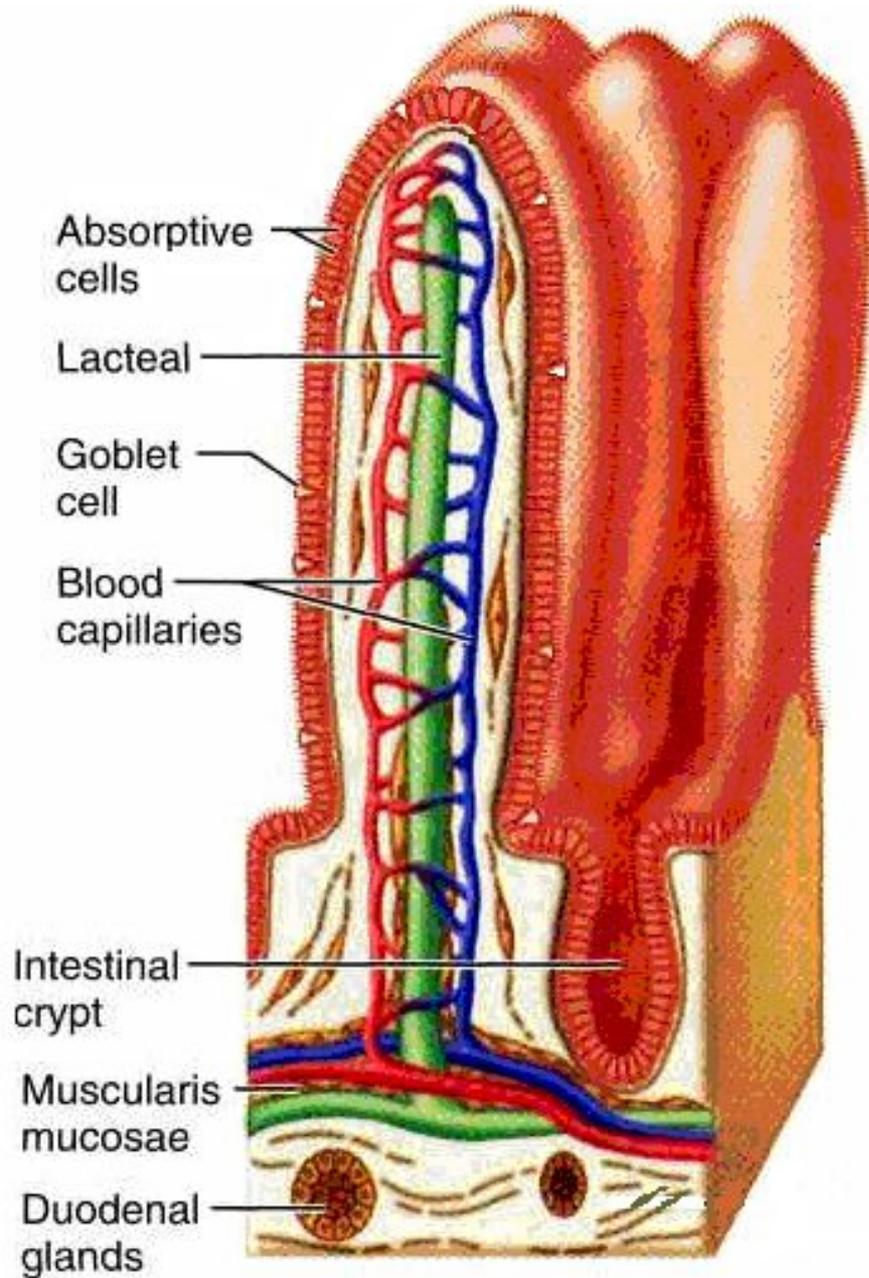
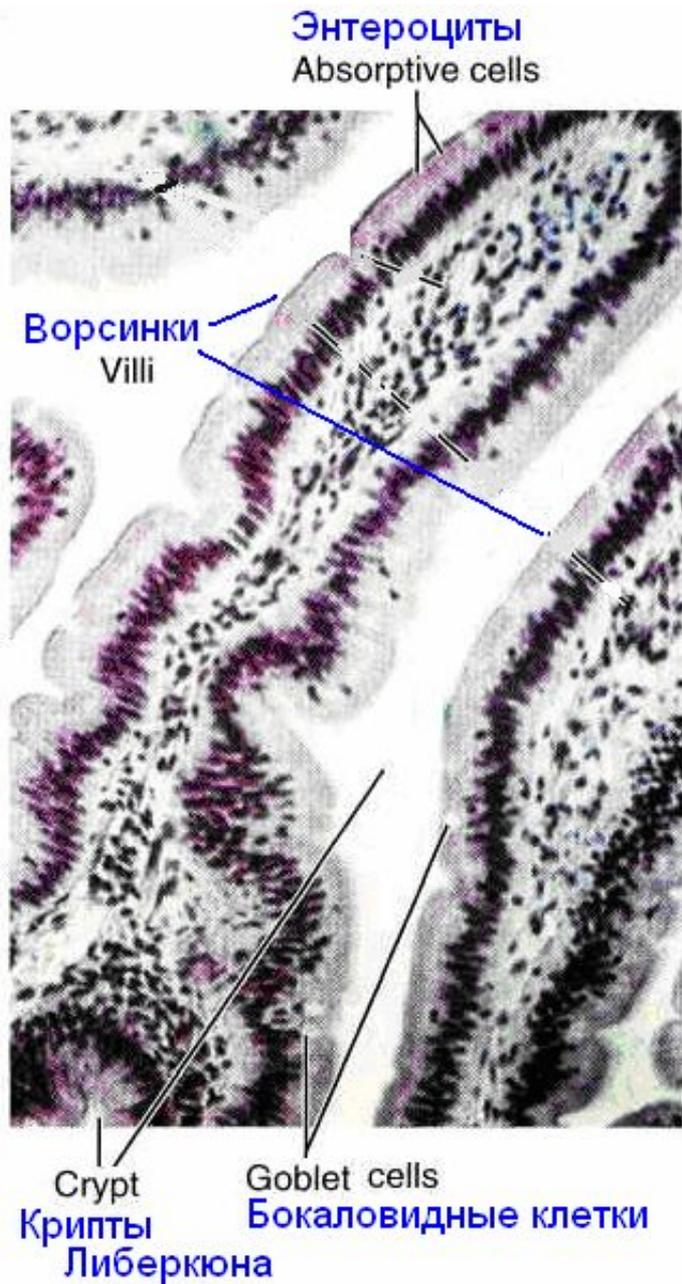
7

30

10

600

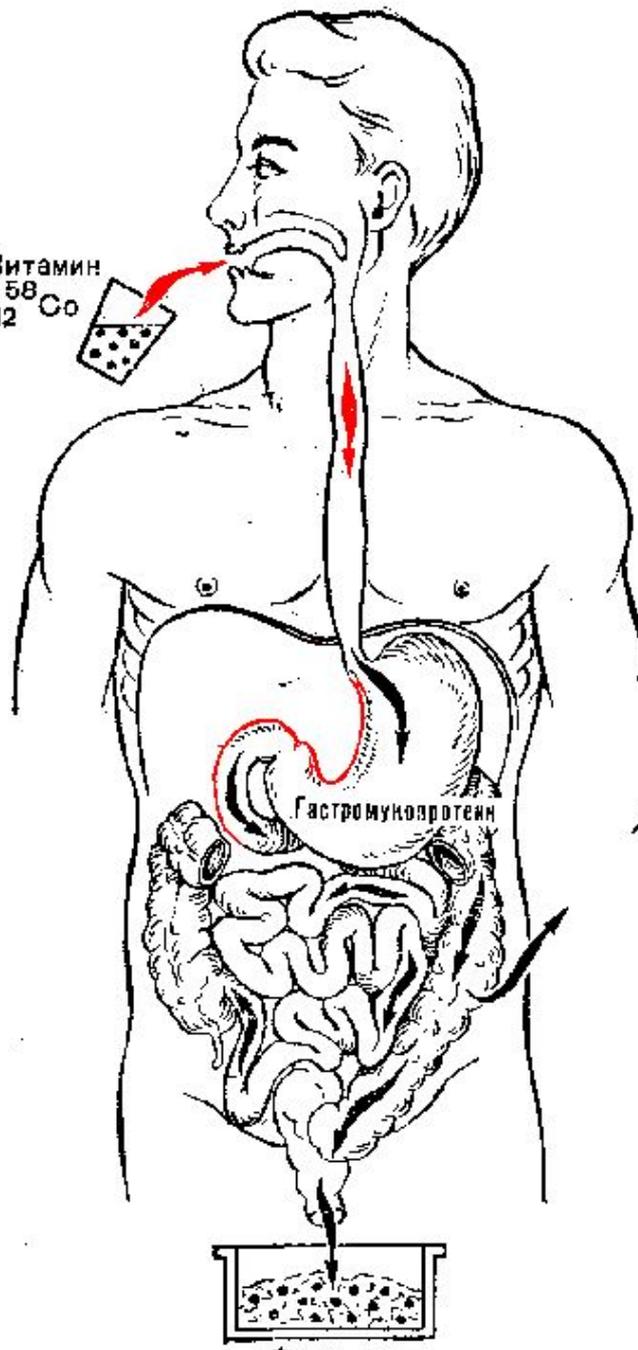
200



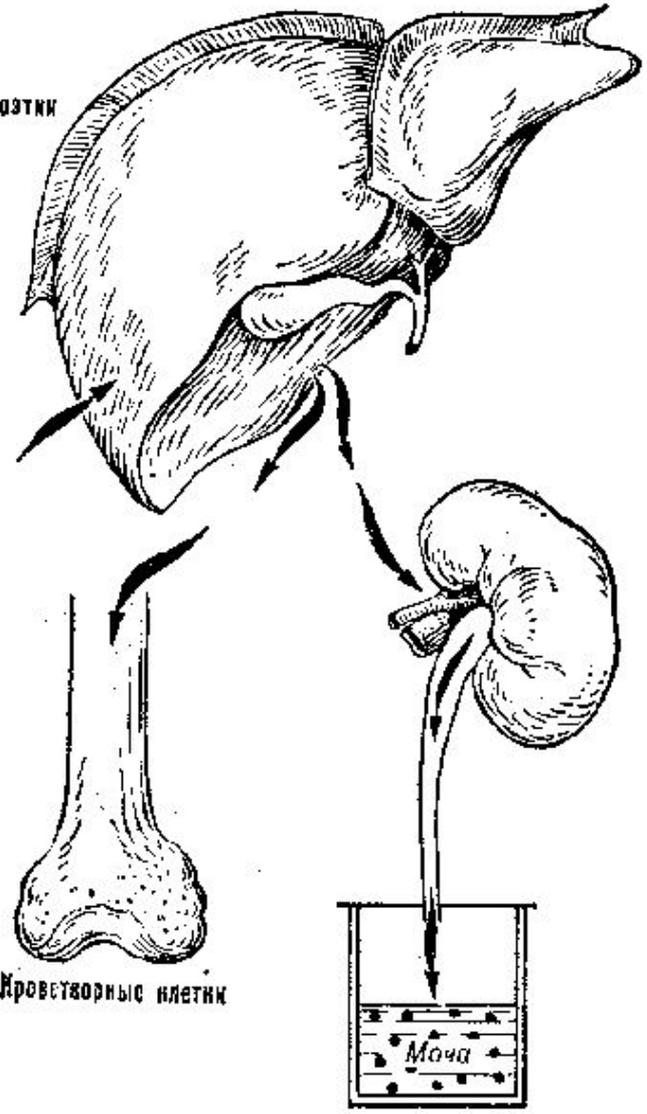
Вопрос **6.**

**Методы изучения
всасывания**

Витамин
 B_{12}^{58Co}

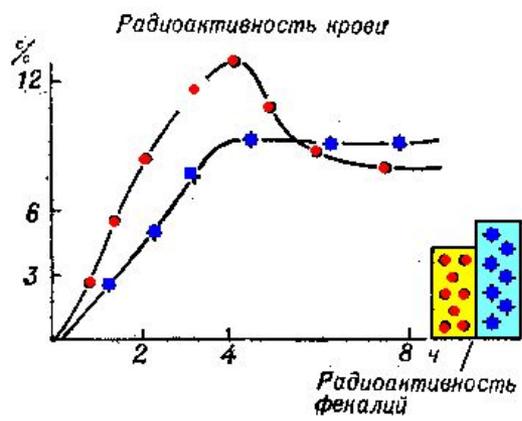
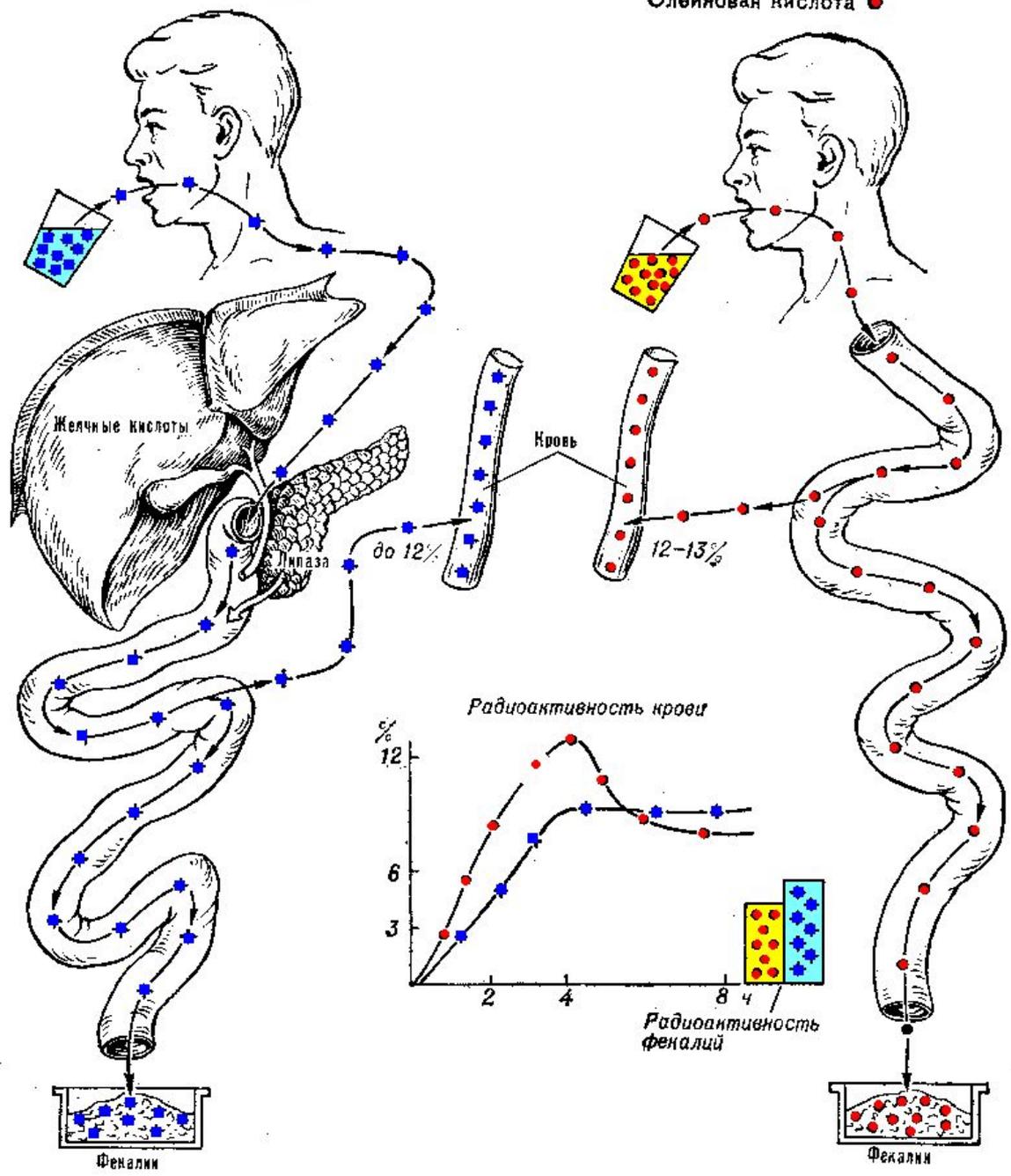


Гемопатки



Триолеин +

Олеиновая кислота ●



Фекалии

Фекалии