

ВИТАМИНЫ

ВИТАМИНЫ

The infographic is divided into three columns, each representing a different vitamin. At the top, the word 'ВИТАМИНЫ' is written in a dark green box. Below it are three smiling characters: a red one with the letter 'А', a green one with 'В', and an orange one with 'С'. Each character is associated with a set of food items and a list of benefits. Arrows point from the food items to the benefits.

- Витамин А (Red character):** Associated with cabbage, carrots, and blueberries. Benefits include: РОСТ, ЗРЕНИЕ, and КРЕПКИЕ ЗУБЫ.
- Витамин В (Green character):** Associated with potatoes, beets, and apples. Benefits include: СИЛА, АППЕТИТ, and ХОРОШЕЕ НАСТРОЕНИЕ.
- Витамин С (Orange character):** Associated with lemons, grapes, and chives. Benefits include: БОДРОСТЬ and НЕТ ПРОСТУДЕ.



ВИТАМИН - НЕОБХОДИМЫЙ ДЛЯ ЖИЗНИ АМИН

Основные признаки витаминов (≈ 13 витаминов)

- Содержатся в пище в незначительных количествах (микрокомпоненты)
- Не синтезируются в организме вообще или синтезируются в незначительных количествах микрофлорой кишечника
- Не выполняют пластических функций
- Не являются источниками энергии
- Оказывают биологическое действие в малых концентрациях и влияют на все обменные процессы
- Являются кофакторами многих ферментативных систем

≈ 8 витаминоподобных веществ

Если у вещества присутствуют все признаки витамина, кроме 1 (иногда 2-х), то оно – витаминоподобное



ВИТАМИНЫ – важнейшая часть многих коферментов

**У большинства ферментов есть небелковый
компонент – кофактор
(кофермент или простетическая группа)**

**В состав коферментов витамины входят
не в свободном, а в активированном виде**

**Для каждого витамина –
свой путь активирования:
фосфорилирование, присоединение
нуклеотида или другое превращение**

Активные формы витаминов :

- В₁ - ТДФ (тиаминдифосфат)
- В₂ - ФАД (флавинадениндинуклеотид)
- В₆ - ПФ (пиридоксальфосфат)
- В₉(В_с) - ТГФК (тетрагидрофолиевая кислота или фолиновая кислота)
- РР - НАД и НАДФ (никотинамидадениндинуклеотид и его фосфорилированная форма)
- В₁₂ - кобаламин при активации соединяется с адениловой кислотой
- Биотин - соединяется с СО₂
- В₃ - пантотеновая кислота - в активированном виде представляет собой Коэнзим А

В организме человека возможен **синтез единичных витаминов:**

- **витамина РР** из аминокислоты триптофана
- **витамина D₃** из 7-дегидрохолестерола в процессе фотохимической реакции
- **некоторые витамины группы В** синтезируются в кишечнике под влиянием микрофлоры

Все остальные витамины
обязательно должны поступать в организм
извне,
чаще всего с пищей

Источники витаминов:

- **растительного происхождения** – овощи и фрукты, многие злаки и бобовые, ягоды и орехи, зелень и корни
- в продуктах **животного происхождения** витаминов значительно меньше
- в виде **искусственных препаратов** может поступать большое количество витаминов
- **Через клеточную мембрану свободные витамины проходят значительно легче. Поэтому дешевле и выгоднее вводить не коферменты, а свободные витамины, т.е. не активированные витамины**

Провитамины

- Это молекулы – предшественники витаминов.
- Провитамины А
3 типа провитаминов: α -, β -, γ -каротины, из которых самый активный β -каротин.
- Провитамин D
Производное холестерина:
7-дегидрохолестерол, из которого в коже на свету может образоваться витамин D₃.

- Витамины **быстро всасываются** в кровь и **быстро выводятся**, поэтому они **должны поступать** в организм **постоянно**

- **При недостатке витаминов**

- **субнормальная обеспеченность** (дефицит витамина без клинических признаков нарушений обмена)
- **гиповитаминозы** (недостаточность витамина не полная, умеренная)
- **авитаминозы или полиавитаминозы**
(глубокая недостаточность, почти **отсутствие** витамина)

- **При избыточном количестве витаминов**

- **гипервитаминозы**

Гиповитаминозы встречаются очень часто.

Причины гиповитаминозов:

1) Социальные факторы:

однообразное, одностороннее питание с недостаточным содержанием витаминов в пище, плохие жилищные условия

2) Неправильная технология обработки

пищи: медленное долгое нагревание или неоднократное подогревание пищи уничтожает витамины

3) Употребление табака, этанола (алкоголизм)

4) Биологические факторы:

грудной и пожилой возраст, беременность, период кормления ребенка

5) Некоторые патологические состояния:

- а) Нарушение **всасывания** в ЖКТ
 - б) Кишечные инфекции.
Патогенные микроорганизмы подавляют нормальную кишечную микрофлору, нарушая **синтез витаминов группы В**
 - в) Заболевания печени нарушают:
 - **превращение провитаминов** в витамины
 - **включение витаминов** в различные реакции **биосинтеза**
 - **депонирование** витаминов в печени.
- 6) Введение избыточного количества **лекарств**, в первую очередь - **антибиотиков**, которые могут **угнетать деятельность нормальной микрофлоры** в кишечнике

■ 7) Введение **антивитаминов**.

Истинные – похожи по строению на нативные витамины (структурные аналоги), но **обладают противоположным действием вследствие конкурентных отношений с витамином**. Обычно блокируют центры связывания ферментов с витаминами, вытесняя витамины. Неспецифические – в широком смысле это любое вещество, после введения которого в организм наступает картина одного из гипо- или авитаминозов. Вызывают модификацию витамина или затрудняют его всасывание или транспорт, в итоге – снижение или потеря биологического эффекта витамина.

Суточная потребность

в витаминах - это профилактическая доза, или количество витамина, необходимое для

предотвращения гиповитаминоза

- **несколько миллиграммов или микрограммов**



ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ И ВИТАМИНОПОДОБНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- **A** ретинол
- **D** холекальциферол
- **E** токоферол
- **K** филлохинон, менахинон
- **F** - полиненасыщенные эссенциальные жирные кислоты: линолевая($\omega 6$),
линоленовая($\omega 3$),
арахидоновая
(витаминоподобное вещество)
- **Коэнзим Q** – убихинон
(витаминоподобное вещество)

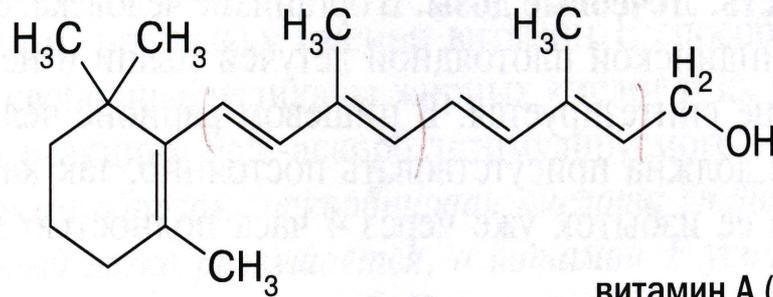


Жирорастворимые ВИТАМИНЫ

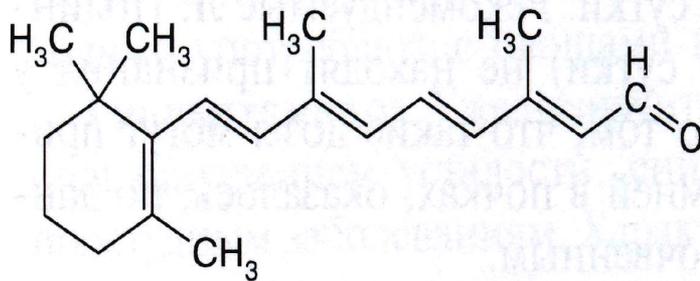


ВИТАМИН А

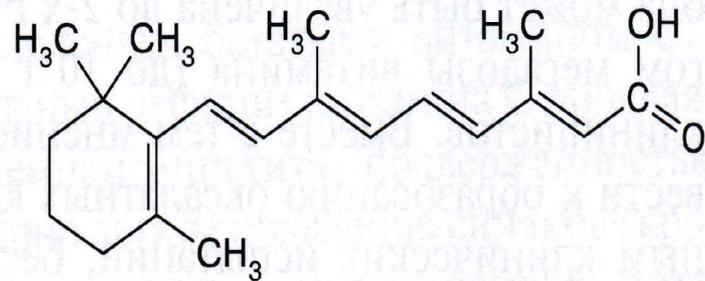
(ретинол, антиксерофтальмический)



витамин А (ретинол)



ретиналь

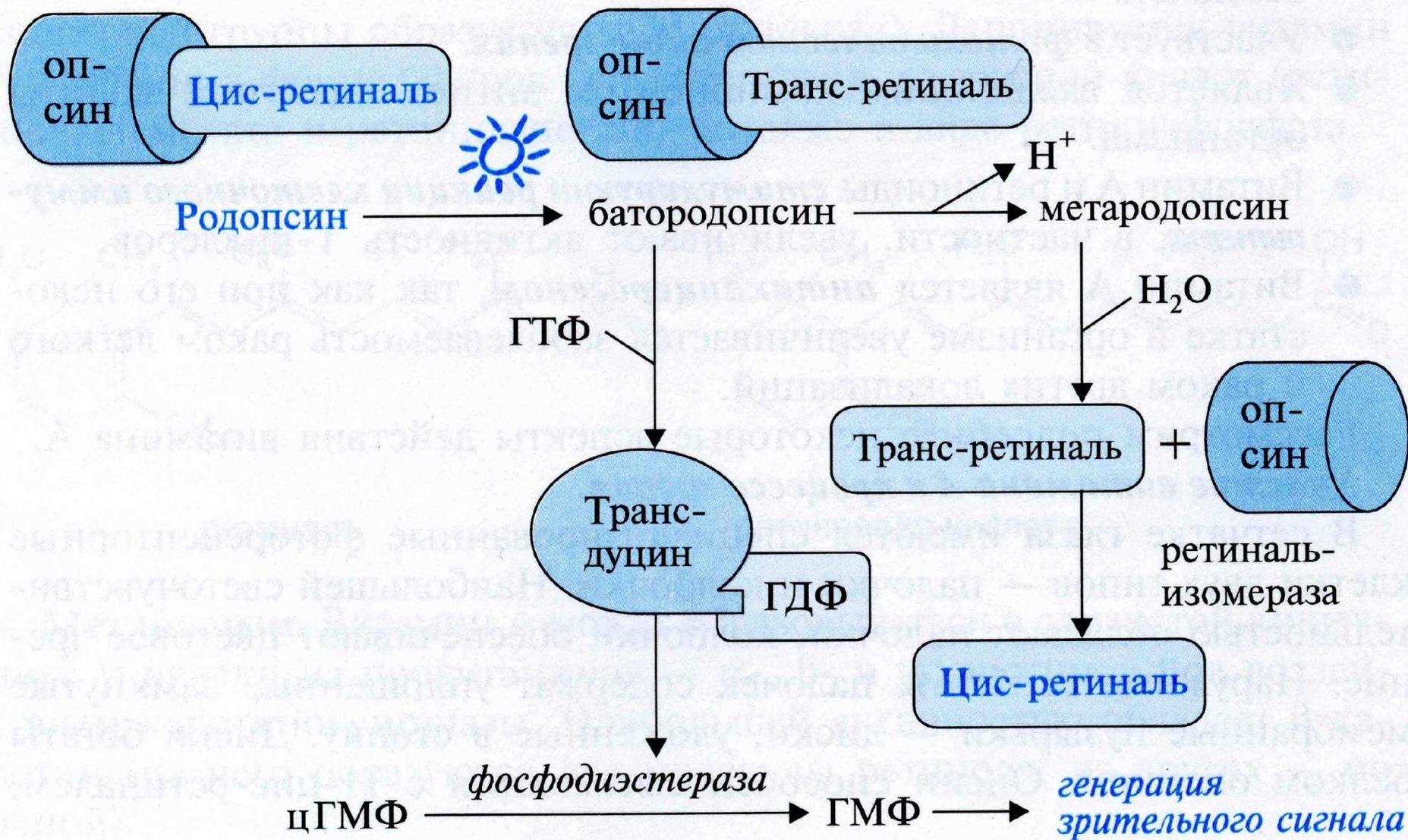


ретиновая кислота

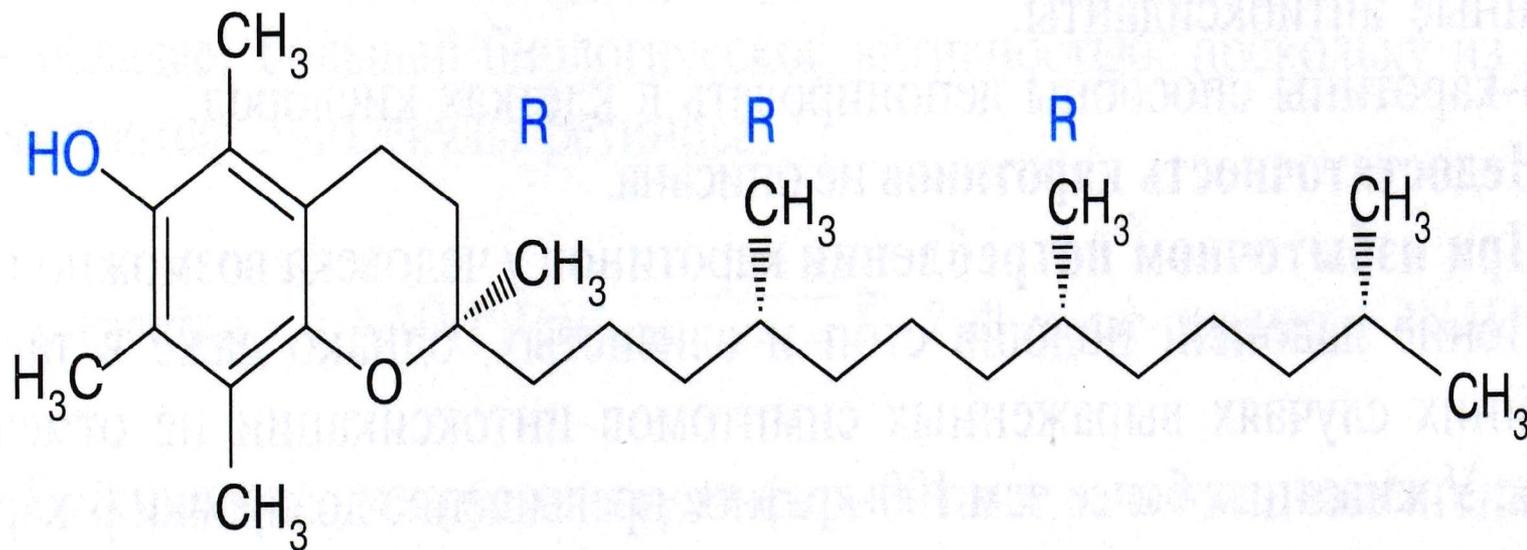
Пигментация кожи, выпадение волос, ломкость ногтей, остеопороз, гиперкальциемия; ↓ сверт-ти крови;

Светобоязнь, потребность, источники	1,5-2 г/сут. у детей Рыбий жир, коровье масло, желток, печень, молоко и молочные продукты
БХ функции	Регуляция синтеза антител, интерферона, лизоцима, регенерация и диф-ка клеток кожи и слизистых; регуляция синтеза липидов; фоторецепция; регулирует вкусовые, обонятельные и вестибулярные рецепторы, предотвращает тугоухость; ↑ фагоцитоз
Авитаминоз, гиповитаминоз	Поражение слизистых, ЖКТ; сухость кожи, шелушение, ↓ секреции слюны; ксерофтальмия; ↓ устойчивости к инфекциям и заживления ран
Гипервитаминоз	Пигментация кожи, выпадение волос, ломкость ногтей, остеопороз, гиперкальциемия; ↓ сверт-ти крови; светобоязнь и судор. у детей

Участие витамина А в фотохимическом акте зрения



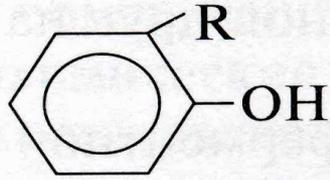
ВИТАМИН Е (ТОКОФЕРОЛ, антистерильный)



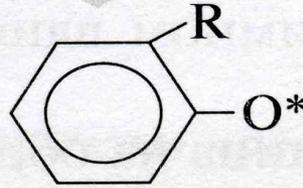
RRR-α-токоферол

Нарушение функции печени

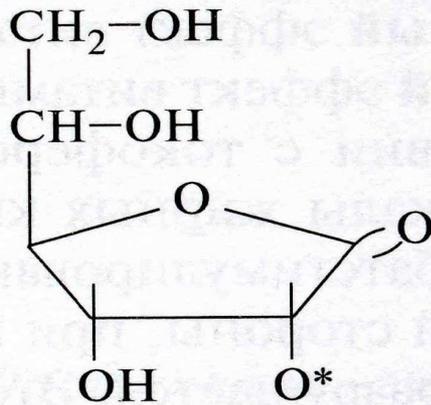
Суточная потребность, источники	20-30 мг; Растительные масла
БХ функции	Регуляция окислительных процессов; антиоксидант; ↓ агрегацию тромбоцитов; ↓ атеросклероз; ↑ синтез гема, эритропоэз и клеточное дыхание; ↑ синтез гонадотропинов, развитие плаценты
Авитаминоз, гиповитаминоз	Дистрофия скелетных мышц и миокарда, изменения щитовидной железы, печени и ЦНС
Гипервитаминоз	Нарушение функции печени



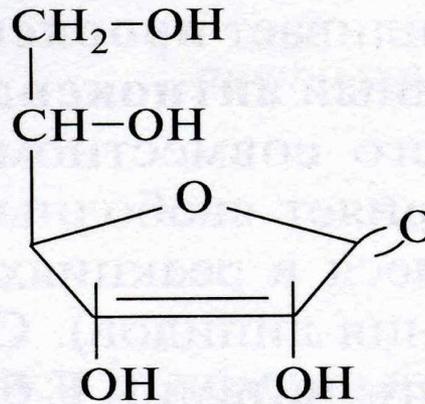
токоферол



радикал токоферола



радикал аскорбата

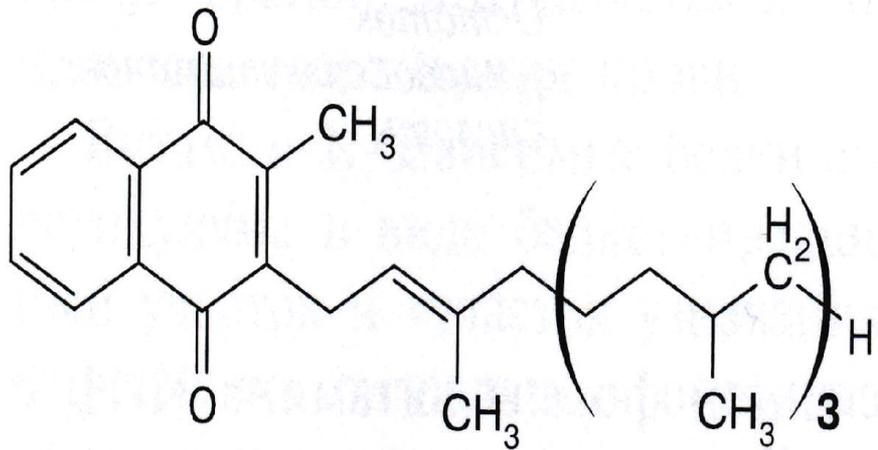


аскорбат

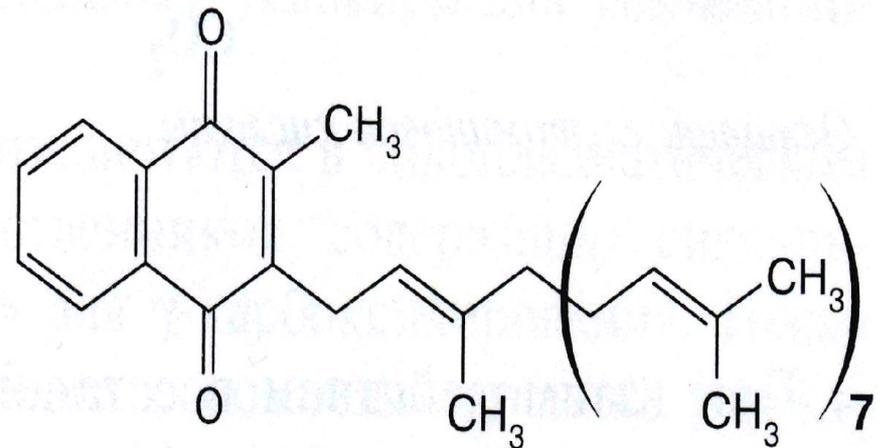
Обезвреживание
токоферолом
перекиси жирной
кислоты (ROO^*)
и регенерация
радикала токоферола
аскорбиновой кислотой

■ ВИТАМИН К

(от англ. **k**oagulation свёртывание)
(филлохинон, антигеморрагический)



филлохинон

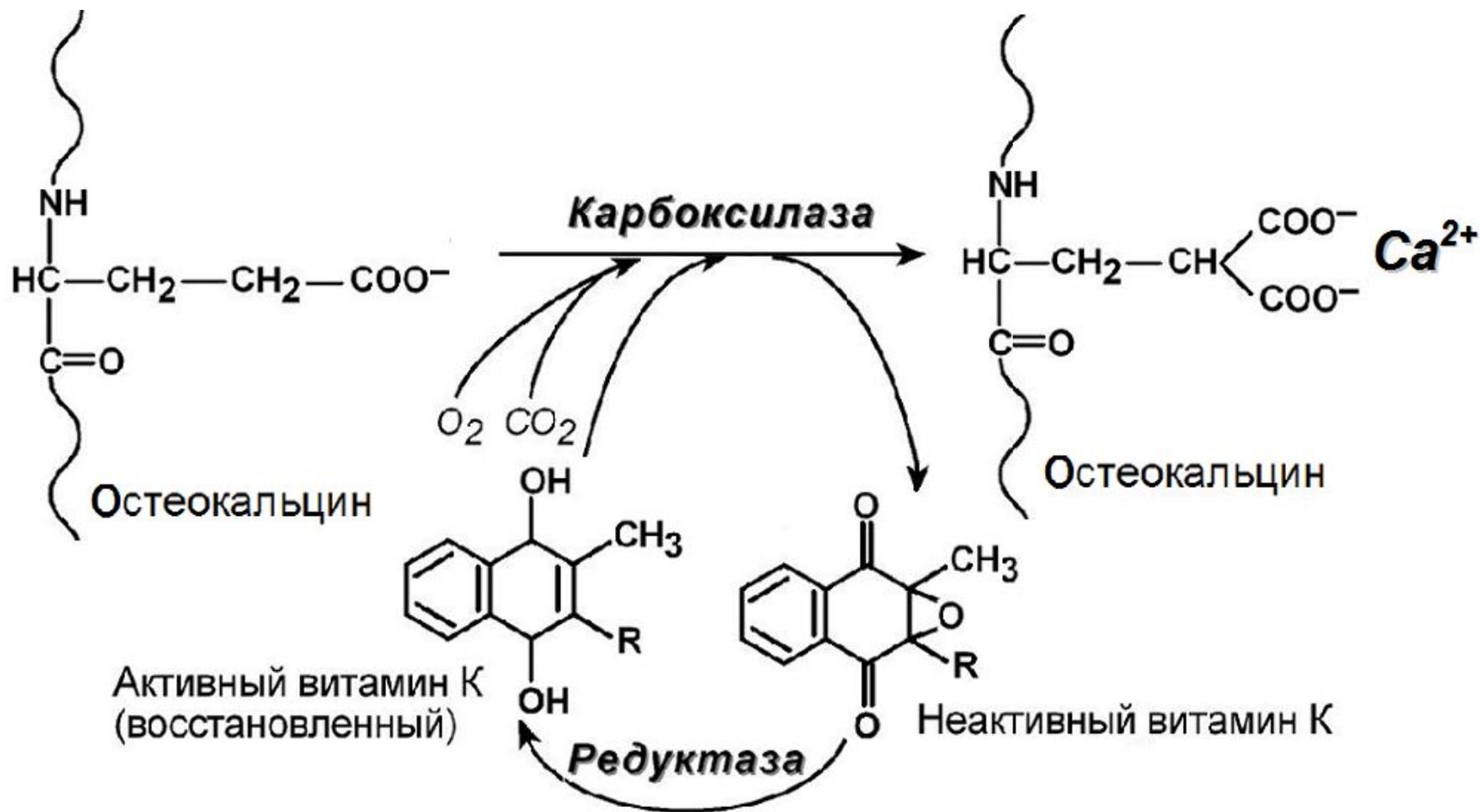


менахинон

нет

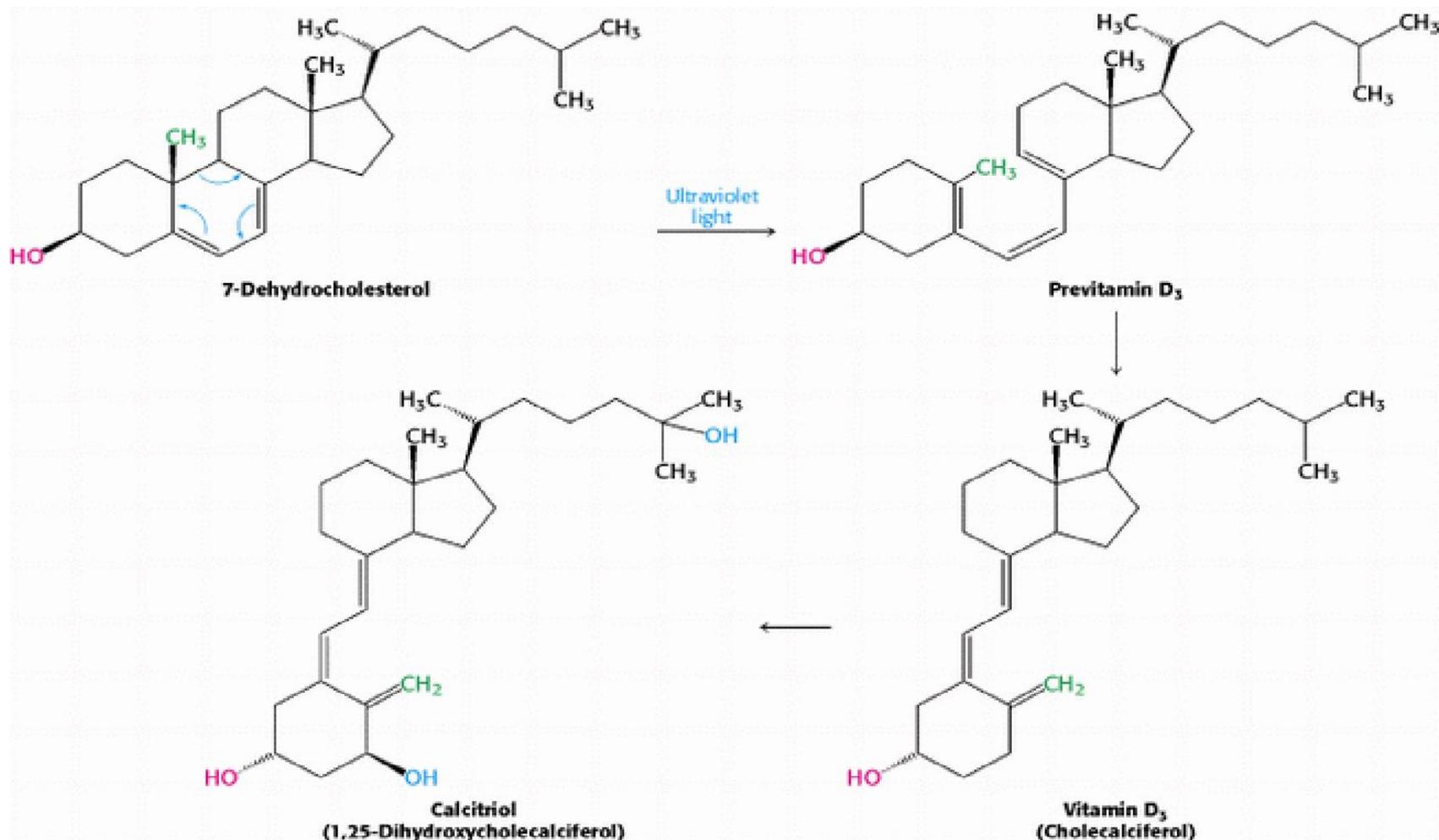
Суточная потребность, источники	0,2-0,3 мг; Шпинат, капуста, тыква, печень, синтезируется микрофлорой кишечника
БХ функции	Стимулирует синтез факторов свертывания крови в печени, ↑ синтез АТФ, креатинфосфата и ряда ферментов
Авитаминоз, гиповитаминоз	Кровоточивость тканей, геморрагический диатез
Гипервитаминоз	нет

Участие витамина К в реакции γ -карбоксилирования ГЛУ в белках



■ ВИТАМИН D

■ (кальциферолы) антирахитический



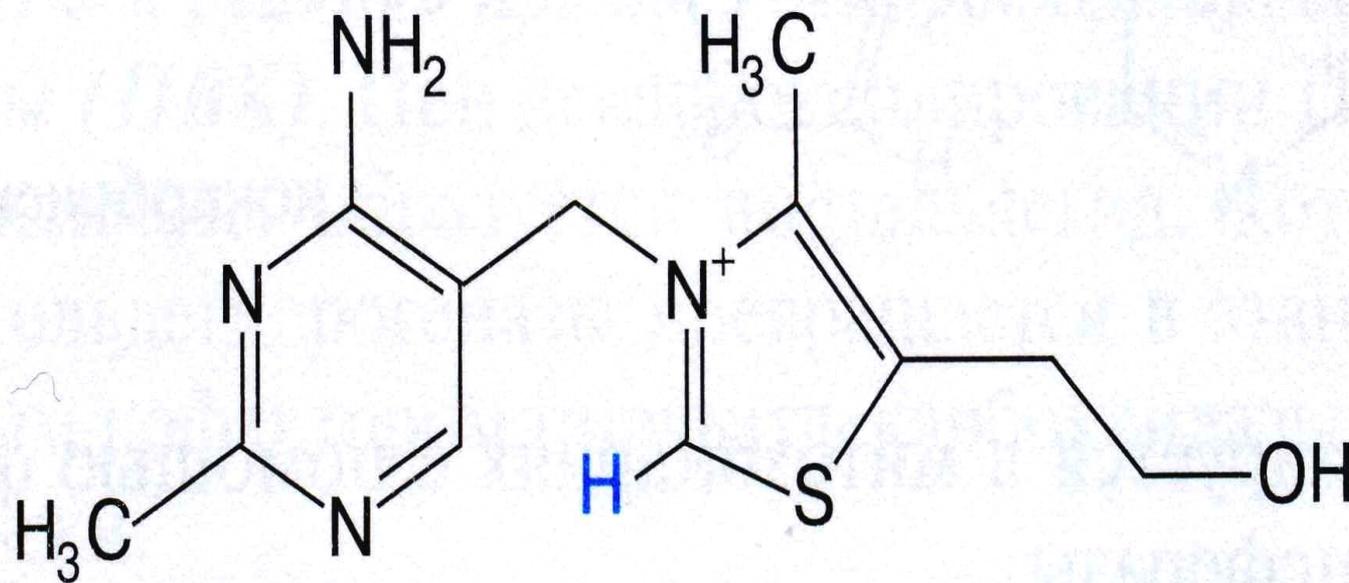
Гиперкальциемия, гиперфосфатемия, деминерализация костей, отложения Са в мышцах, почках, сердце, легких и

Суточная потребность, источники	2,5 мкг; печень тунца, трески, молоко, масло, яйца
БХ функции	↑ проницаемость эпителия киш-ка для Са и Р; ↑ синтез щелочной фосфатазы, коллагена; ↑ реабсорбцию Са, Р, Na, цитратов, АК в проксимальных канальцах почек; ↓ синтез паратгормона
Авитаминоз, гиповитаминоз	Рахит у детей; гипертрофия хряща, остеомаляция и остеопороз у взрослых
Гипервитаминоз	Гиперкальциемия, гиперфосфатемия, деминерализация костей, отложения Са в мышцах, почках, сердце, легких и киш-ке

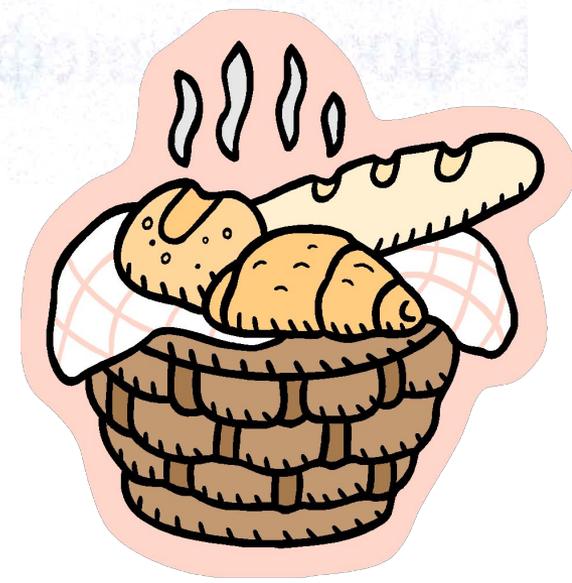
ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ и витаминоподобные вещества

- В1 – тиамин .
- В2 – рибофлавин .
- В3 – пантотеновая кислота .
- В4 – **ХОЛИН** (витаминоподобное вещество)
- В5 – РР, ниацин, никотиновая кислота .
- В6 – пиридоксин .
- В8 – **ИНОЗИТ** (витаминоподобное вещество)
- В9 – Вc, фолиевая кислота, фолацин .
- В12 – кобаламин .
- С – аскорбиновая кислота .
- Н – биотин .
- Р – рутин, биофлавоноиды (витаминоподобное вещество)
- U – метилметионинсульфоний, противоязвенный фактор (витаминоподобное вещество)
- N – липоевая кислота (витаминоподобное вещество)
- Карнитин (витаминоподобное вещество)
- Парааминобензойная кислота (витаминоподобное вещество)
- Пангамовая кислота (витаминоподобное вещество)

B₁ (тиамин) антиневритный



тиамин

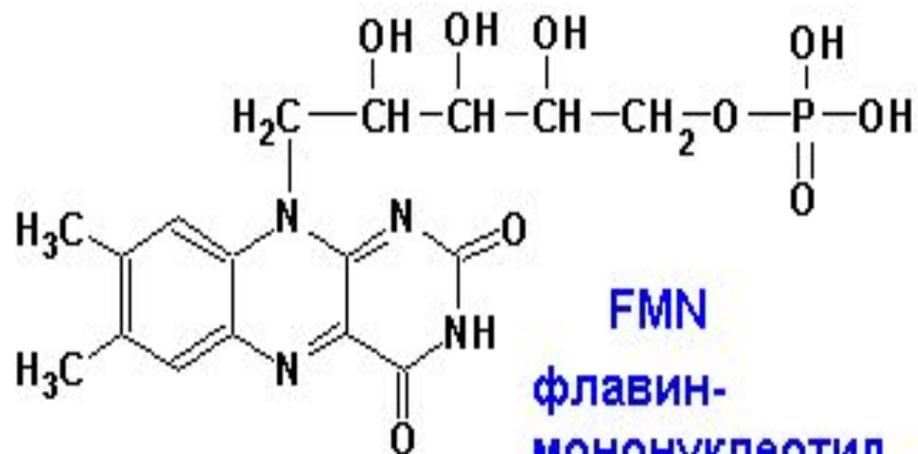


Аллергические реакции, угнетение ЦНС, мышечная слабость, гипотония.

Суточная потреб-ность, источники	1,5-2 мг; отруби семян, хлебных злаков, риса, гороха, ржи
БХ функции	ТПФ – кофермент декарбоксилаз, транскетолазы, участвует в окислительном ДК α-кислот; ↓ содержание сахара в крови, ↓ метаболический ацидоз, ↑ инсулин
Авитаминоз, гиповита-миноз	Нарушение углеводного обмена: накопление ПВК и лактата
Гипервита-миноз	Аллергические реакции, угнетение ЦНС, мышечная слабость, гипотония.

Витамин В2

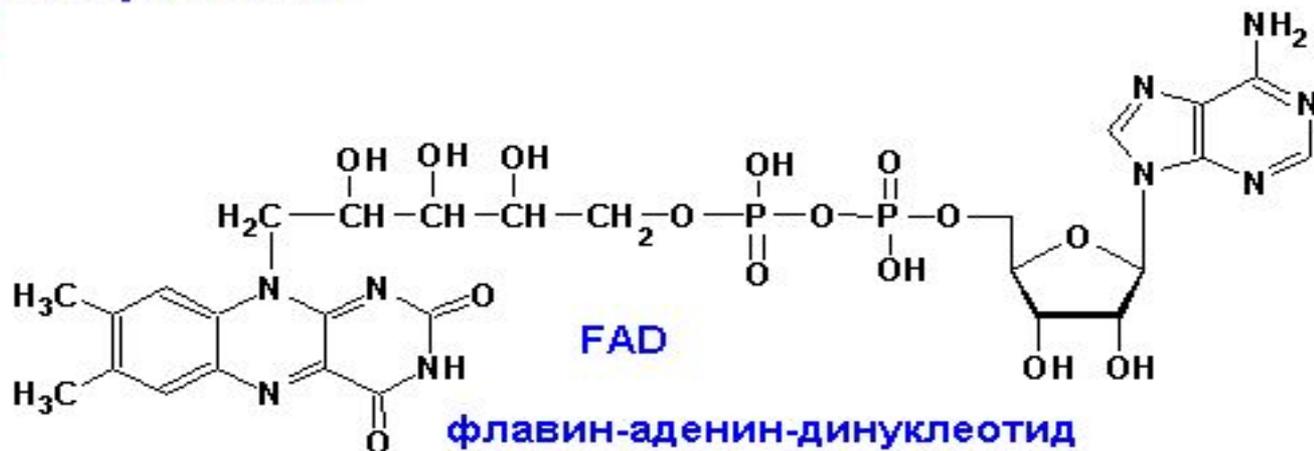
(рибофлавин)



FMN

флавин-
моноклеотид

(рибофлавин-5'-фосфат)



FAD

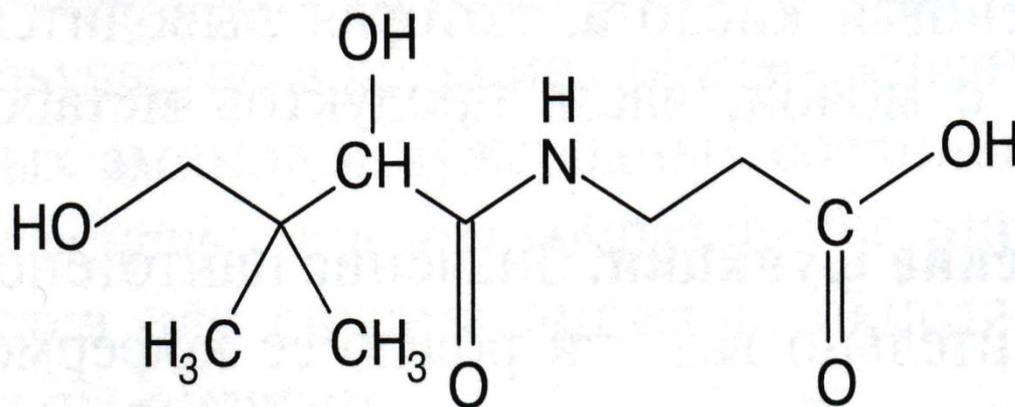
флавин-аденин-динуклеотид

нет

Суточная потребность, источники	2-4 мг Печень, яйца, молочные прод-ты, дрожжи, зерновые, злаки, рыба
БХ функции	↑ синтез АТФ, белка, гемоглобина; участвует в ОВР; ↑ неспецифическую резистентность организма; ↑ синтез желудочного сока, желчи и ↑ возбудимость ЦНС
Авитаминоз, гиповитаминоз	Задержка физического развития у детей, поражение ЦНС; ↓ секреции пищевар. ферментов, дисфункция капилляров, глоссит, светобоязнь, слезотечение
Гипервитаминоз	нет

В3 (пантотеновая кислота)

(*panthos* – повсюду)



пантотеновая кислота

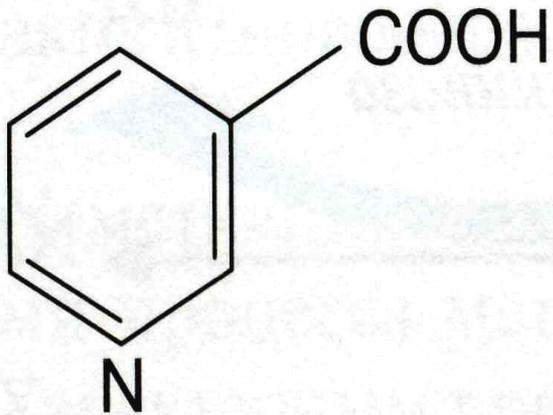
β-аланин

пантотеновая кислота

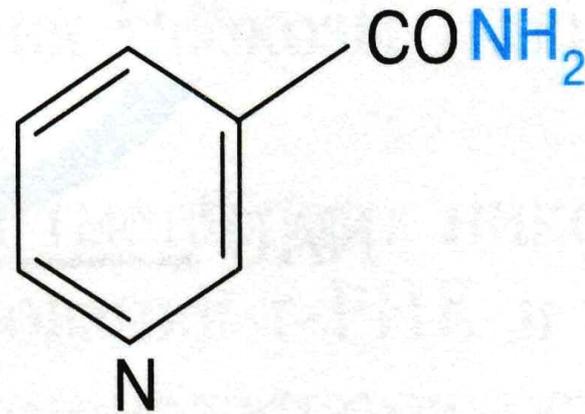
Диспепсия, нарушение всасывания К, глюкозы и витамина Е

Суточная потребность, источники	10-12 мг; Дрожжи, печень, яйца, икра рыб, зерновые, молоко, мясо, синтезир-ся микрофл. киш-ка
БХ функции	Входит в состав ацетил-КоА; участвует в окислительном декарбоксилировании кетокислот, в ЦТК, в синтезе кортикостероидов, ацетилхолина, НК, Б, АТФ, ТГ, ФЛ.
Авитаминоз, гиповитаминоз	Утомляемость, нарушения сна, мышечные боли
Гипервитаминоз	Диспепсия, нарушение всасывания К, глюкозы и витамина Е

В₅ (никотинамид, ниацин, витамин РР, антипеллагрический)



НИКОТИНОВАЯ КИСЛОТА



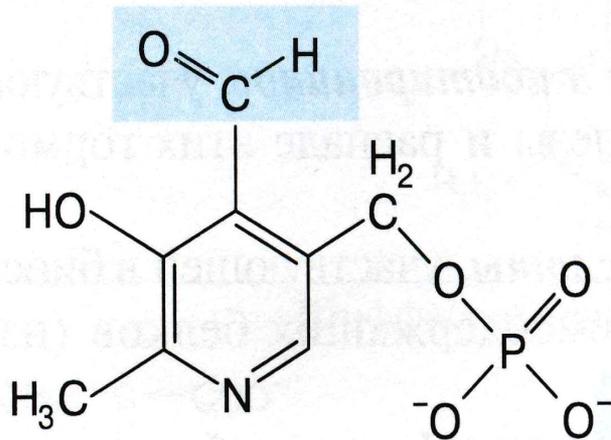
НИКОТИНАМИД

Реакции сосудов (покраснение кожи, сыпь), возможна

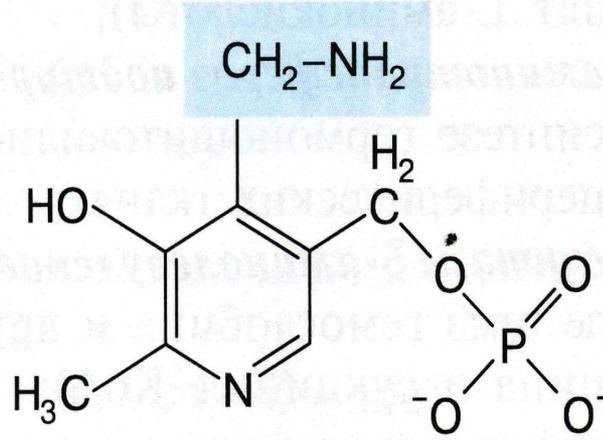
жировая дистрофия при длит. применении.

Суточная потребность, источники	15-20 мг; Мясные продукты, печень
БХ функции	Является кофактором НАД и ФАД-ДГ, участвующих в ОВР; участвует в синтезе Б, Ж, У, АТФ; ↑ микросом-е окисление; ↓ ХС и ЖК в крови; ↑ эритропоэз, ↓ агрегацию эритроцитов; спазмолитическое действие на ЖКТ и выделит. систему;
Авитаминоз, гиповитаминоз	Пелагра, дерматит, глоссит, белковая дистрофия, гастрит
Гипервита- миноз	Реакции сосудов (покраснение кожи, сыпь), возможна жировая дистрофия при длит. применении.

В6 (пиридоксин, пиридоксамин, пиридоксаль) антидерматитный



пиридоксальфосфат



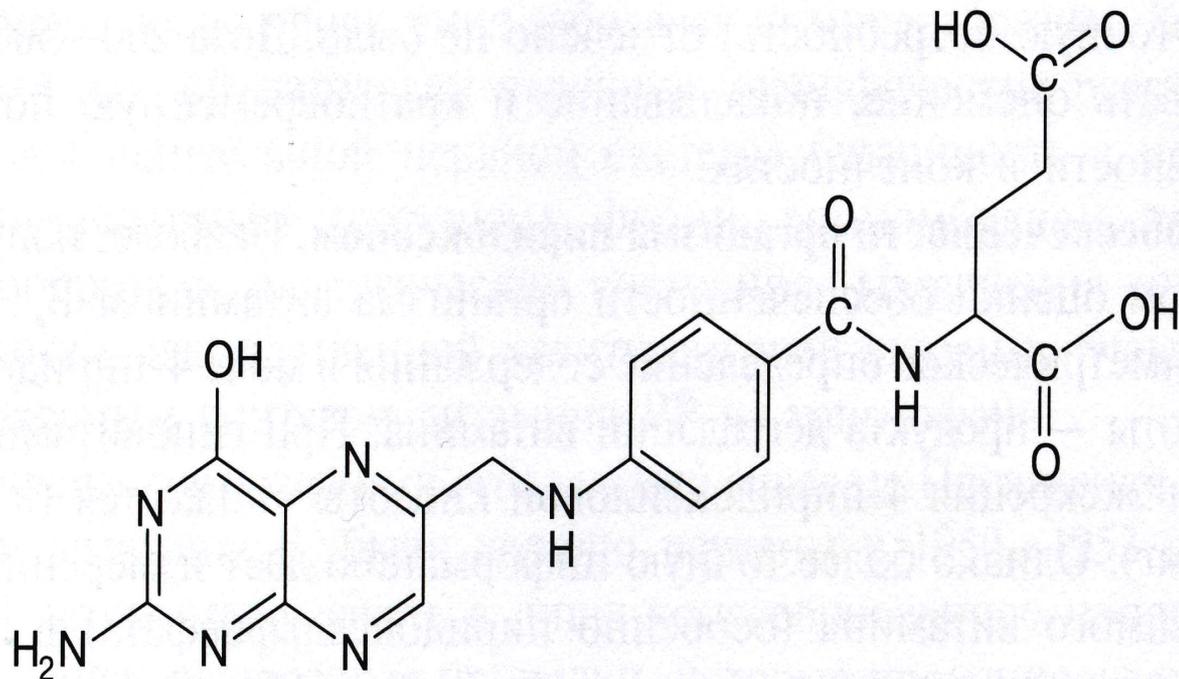
пиридоксаминфосфат



Аллергические реакции и увеличение кислотности желудочного сока

Суточная потребность, источники	2-3 мг; Дрожжи, злаки, бобовые, бананы, мясо, рыба, печень, почки
БХ функции	Участвует в обмене АК (ТА, ДА, ДК); ↑ транспорт АК через мембрану; участвует в образовании пуринов, пиримидинов, гема; ↑ обезвреживающую функцию печени
Авитаминоз, гиповитаминоз	У детей – судороги, дерматит; у взрослых – себорейный дерматит, глоссит, стоматит, судороги
Гипервита- миноз	Аллергические реакции и увеличение кислотности желудочного сока

В9 (Вс, фолиевая кислота, фолацин)

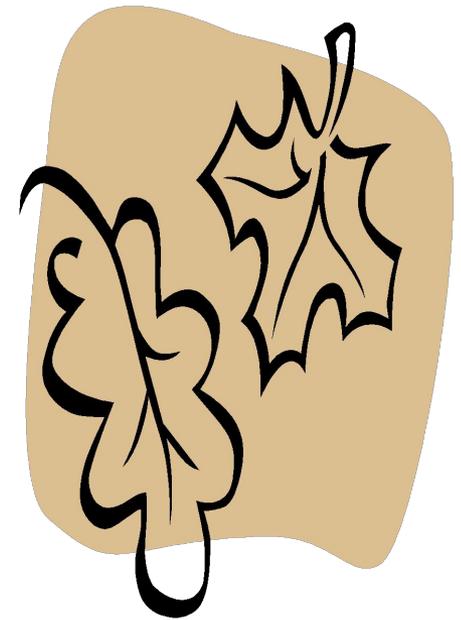


птеридин

ПАБК

глутаминовая к-та

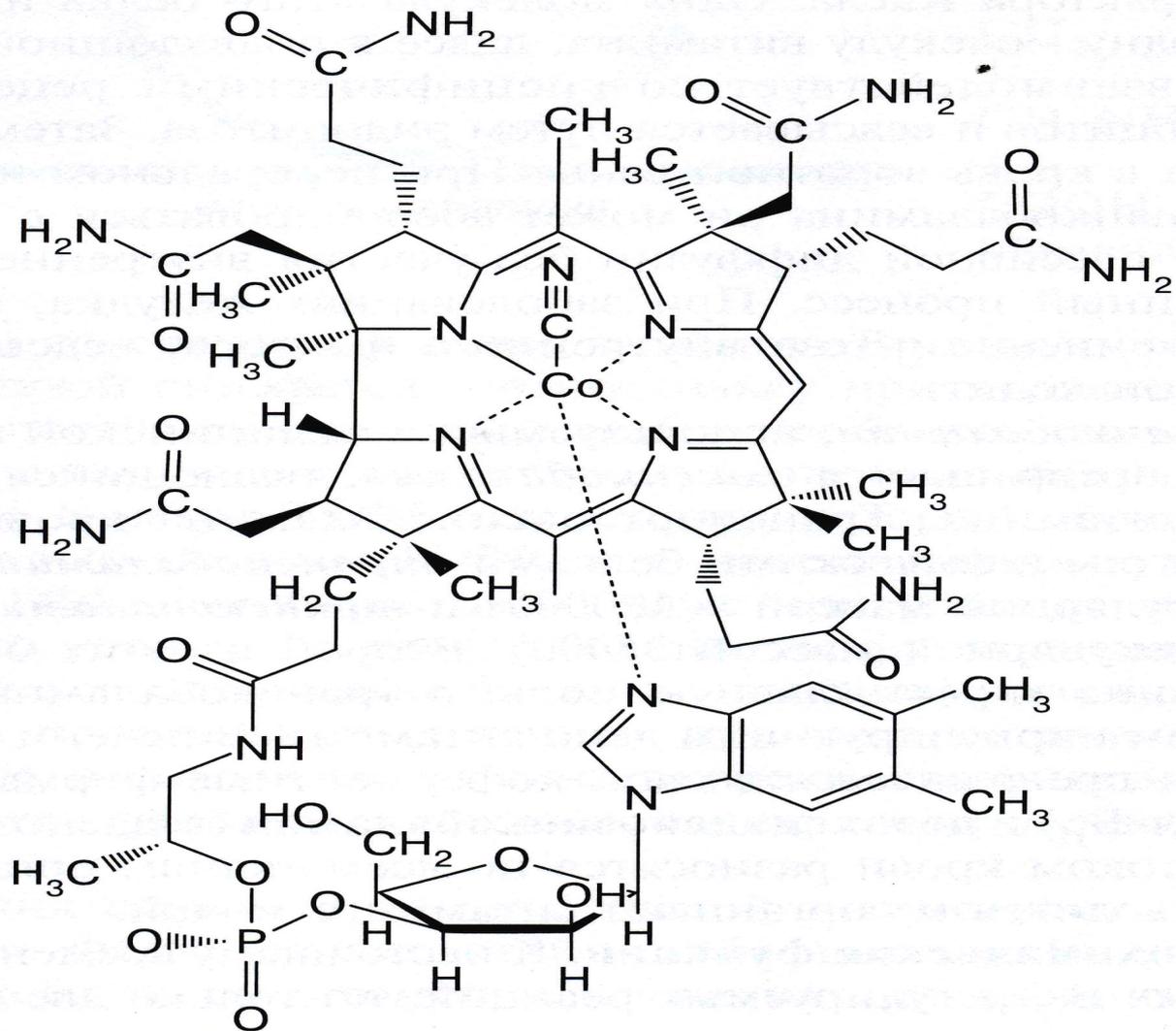
фолиевая кислота



нет

Суточная потребность, источники	0,1-0,2 мг; Свежие овощи (салат, томаты, морковь), печень, почки, сыр, яйца
БХ функции	Является кофактором ферментов, участвующих в синтезе пуринов, пиримидинов (опосредованно), превращении некоторых АК (трансметилирование гистидина, метионина)
Авитаминоз, гиповитаминоз	Макроцитарная анемия (синтез незрелых эритроцитов, снижение эритропоэза), лейкопения, тромбоцитопения; глоссит, стоматит, язвенный гастрит, энтерит
Гипервита- миноз	нет

В₁₂ (кобаламин) антианемический

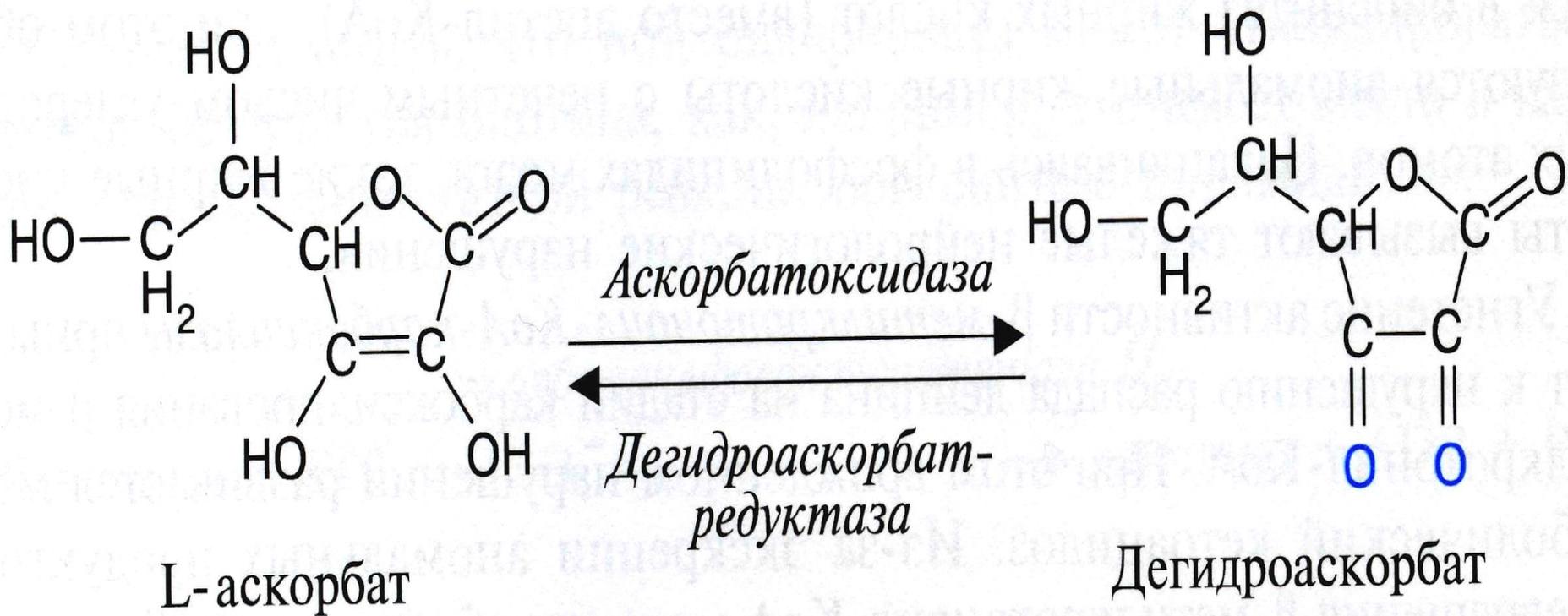


витамин В₁₂

Суточная потребность, источники	0,002-0,005 мг; Говяжья печень и почки, синтезируется микрофлорой кишечника
БХ функции	Коферментные формы витамина переносят метильные группы и водород (синтез метионина, ацетата, дезоксирибонуклеотидов), липотропный эффект
Авитаминоз, гиповитаминоз	Анемия и атрофия слизистой желудка
Гипервитаминоз	Повышение свертываемости крови

Витамин С (аскорбиновая кислота)

антицинготный, антискорбутный

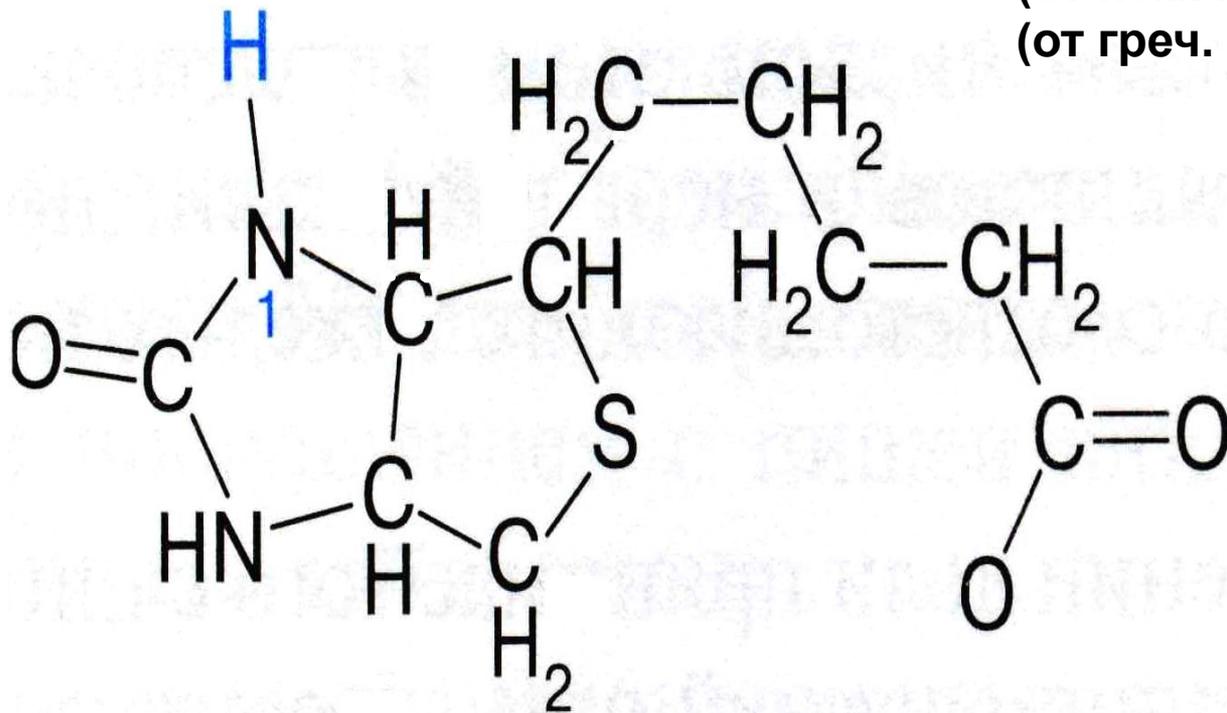


↑ возбудимости ЦНС, нарушение сна, ↑ АД; снижение проницаемости сосудов, ↓ времени свертывания крови,

Суточная потребность, источники	100-200 мг; Овощи, шиповник, ягоды, цитрусовые
БХ функции	Участвует в ОВР; ↑ синтез гиалуроновой к-ты, хондроитинсульфатов и коллагена; ↑ синтез антител, интерферона, Ig E, ↓ проницаемость сосудов; ↑ детоксикационную и синтетическую функции печени
Авитаминоз, гиповитаминоз	Ломкость сосудов, цинга, кровоизлияния в мышцы, боли в конечностях; ↓ сопротивляемости к инфекциям
Гипервитаминоз	↑ возбудимости ЦНС, нарушение сна, ↑ АД; снижение проницаемости сосудов, ↓ времени свертывания крови, аллергия

Витамин Н (Биотин)

(от нем. Haut - кожа)
(от греч. Bios - жизнь)



БИОТИН

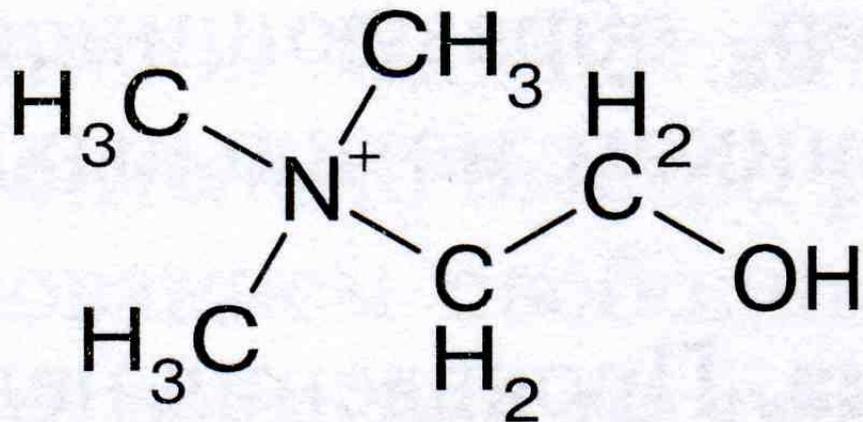
нет

Суточная потребность, источники	0,15-0,2 мг; вырабатывается микрофлорой кишечника, печень, почки, бобовые, цветная капуста, грибы, молоко, яичный желток
БХ функции	Является коферментом реакций карбоксилирования (служит переносчиком CO_2)
Авитаминоз, гиповитаминоз	бледность кожных и слизистых покровов, недомогание, сонливость, дерматит с отрубевидным шелушением кожи, жирная себорея и выпадение волос. У животных выпадает шерсть вокруг глаз ("очковые глаза").
Гипервитаминоз	нет



ВИТАМИНОПОДОБНЫЕ вещества

Витамин В4 – холин



ХОЛИН

Трижды N-метилированный аминоэтиловый спирт

Суточная потребность ~ 0,5 г

Источники: мясо, злаковые растения

Метаболические функции

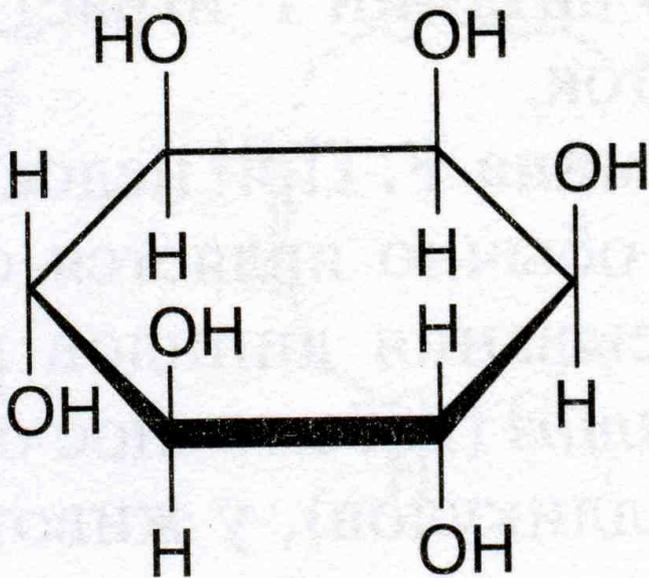
- Холин пищи фосфорилируется за счёт АТФ ферментом киназой при всасывании в энтероцитах. Далее фосфохолин, активируясь с помощью ЦДФ, используется для синтеза липидов – фосфатидилхолина (лецитина), сфингомиелина
- Холин является донором метильных групп в реакциях трансметилирования (например, при окислении холина образуется бетаин и служит источником метильных групп в реакциях синтеза метионина)
- Холин – метаболический предшественник нейромедиатора ацетилхолина.

Недостаточность холина у человека не описана.

У животных – жировая инфильтрация печени, геморрагии почек, повреждение кровеносных (особенно коронарных) сосудов

Витамин В8 – инозит

- Шестиатомный циклический спирт, а
- витаминными свойствами обладает **фитин** – соль инозитфосфорной кислоты



ИНОЗИТ

Суточная потребность 0,5 – 1,5 г
Источники: все растительные и животные продукты, особенно тёмно-зелёная овощная зелень, (шпинат и др.), зелёный горох, чечевица, бобы, репа, картофель, хлеб, грибы, печень, мозг, мясо, желток

Метаболические функции

- Помогает мобилизовать жир из печени и из окружения внутренних органов при потере веса
- Входит в состав инозитфосфатидов, содержащихся во всех тканях, особенно в нервной
- Фосфорилированные формы инозита (в основном **ИТФ** – инозитол-1,4,5-трифосфат) – вторичные посредники в реализации действия некоторых гормонов
- ИТФ способствует высвобождению ионов Са из кальцисом – пузырьков, формируемых мембранами ЭПР
- Улучшает передачу нервных сигналов при диабетическом поражении нервов и нечувствительности

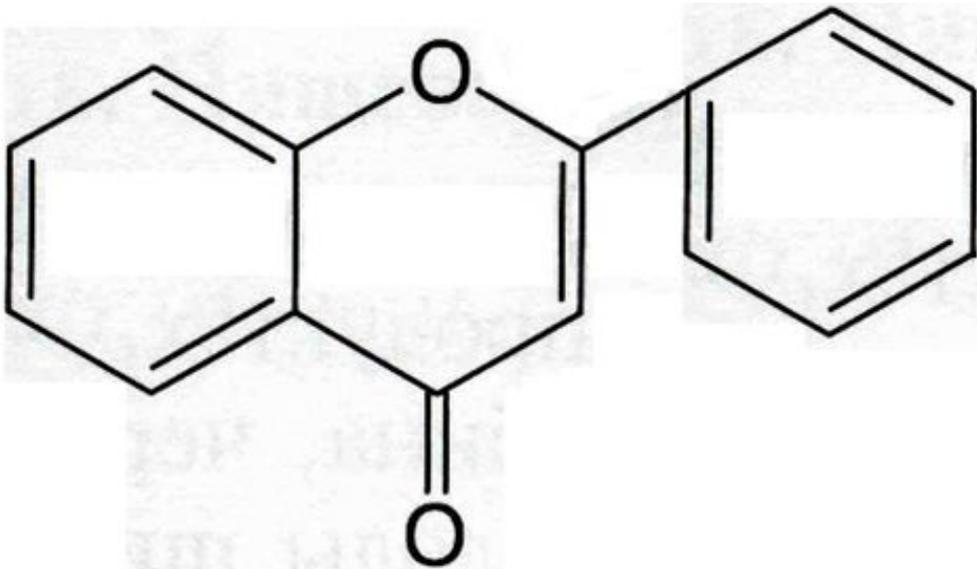
СИНТЕЗ. ИТФ образуется из липида плазматической мембраны клетки **фосфатидинозитола** под действием фосфолипазы С

Недостаточность инозита

- **У животных** проявляется жировой дистрофией печени и падением содержания в ней фосфолипидов (жировая дистрофия), облысением и анемией. У молодых особей – задержка роста
- **У человека** обычно недостаточности не бывает, поэтому инозит – важный, но не необходимый витаминopodobный фактор питания. Иногда – очаговое выпадение волос, запоры, чешуйчатые высыпания на коже, в крови высокое содержание холестерина

Гипервитаминоз инозита не описан

Витамин Р – биофлавоноиды рутин, кверцетин, катехин и другие (англ permeability – проницаемость)



Полифенолы –
в основе
дифенилпропановый
углеродный скелет

- Суточная потребность **25 – 50 мг**
- **Источники:** вместе с витамином С, особенно черноплодная рябина, чёрная смородина, яблоки, лимоны, шиповник, чайный лист. В растениях – в виде комплексов с металлами, лучше усваиваются.

Метаболические функции витамина Р

- Используется для синтеза убихинона, других БАВ
- Его компоненты – сильные антиоксиданты:
 - а) прямое антирадикальное действие
(катехины зелёного чая – выраженные цитопротекторы, перехватывают свободные радикалы кислорода)
 - б) связывают ионы металлов с переменной валентностью (Cu, Fe), чем ингибируют перекисное окисление липидов
 - в) наиболее эффективны комплексы Fe^{2+} -флавоноид (Fe²⁺-рутин в 5 раз лучше чем рутин связывает радикал O₂, начинающий процесс ПОЛ в мембранах)
- Капилляроукрепляющее действие:
регулирует синтез коллагена (синергизм с витамином С), препятствует деполимеризации основного вещества соединительной ткани гиалуронидазой

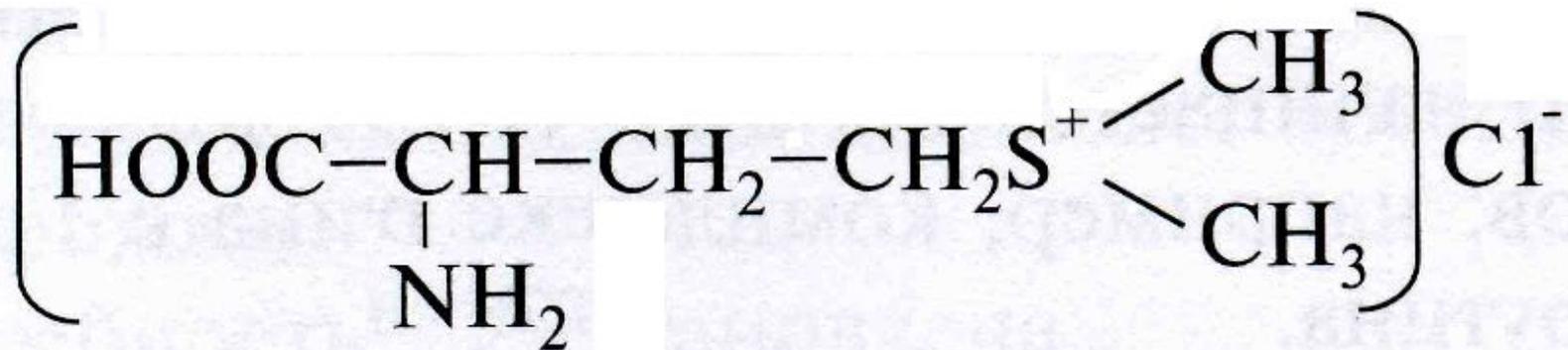
Недостаточность витамина Р

- Повышенная проницаемость и ломкость капилляров
- Петехии – точечные кровоизлияния
- Кровоточивость дёсен

Гипервитаминоз не описан

Витамин U – метилметионинсульфоний, противоязвенный фактор (лат. **ulcus** – язва)

Обнаружен в 1950 г.



S-метил-метионин

- **Суточная потребность:** предполагают **200 мг**
- **Источники:** сырые овощи, особенно спаржа, бел. капуста, петрушка, морковь, лук, перец, зелёный чай; свежее молоко, печень, сырые желтки.
При t° легко разрушается.

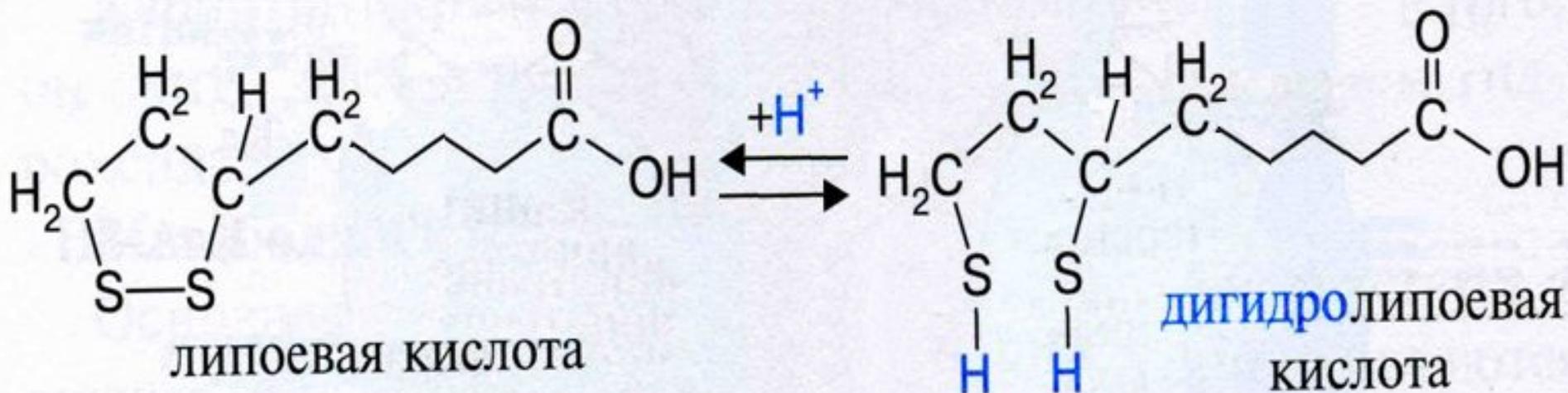
Метаболические функции витамина U

- Подобно метионину является донором метильных групп в реакциях синтеза креатина, холина (холинфосфатидов), в ходе репарации.
- За счёт участия в синтезе холина оказывает липотропное защитное действие на печень.
- Участвует в синтезе самого метионина и метилировании некоторых других соединений (метилирование гистамина снижает желудочную секрецию и оказывает противоязвенное действие)

Недостаточность витамина U и гипервитаминоз для человека не описаны.

Витамин эффективен при лечении язвенной болезни желудка. При моделировании язвы желудка животные и птицы излечивались при добавлении в корм свежего овощного сока.

Витамин Н – липоевая кислота (6,8-дитиооктановая), (от lipid – жир)



- Суточная потребность \approx 25-50 мг
- Источники: дрожжи, мясные и молочные продукты

Метаболические функции витамина N

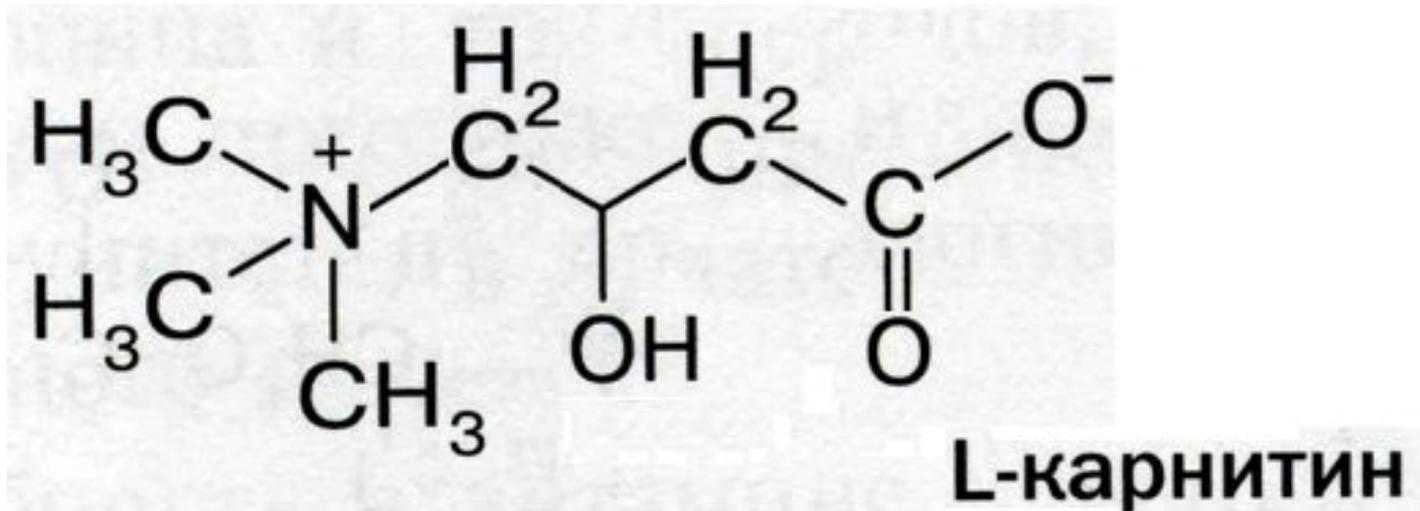
- Является тиопроизводным валериановой кислоты, легко подвергается окислению-восстановлению. Идеальный антиоксидант в защите от радиации, УФО и токсинов, реактивирует витамины E и C, глутатион, тиоредоксин. Предохраняет от окисления атерогенные ЛПНП. Вместе с витаминами E и C участвует в защите от атеросклероза.
- Включается как кофермент в ферменты, присоединяясь своей $-COOH$ группой к $\epsilon-NH_2$ -группе лизина. В составе пируват- и α -кетоглутарат-дегидрогеназных комплексов, катализирующих окислительное декарбоксилирование этих кетокислот, переносит электроны и ацильные группы.
- Увеличивает вход глюкозы в клетки, влияя на белок-транспортёр глюкозы, ингибирует распад инсулина, снижает гликозилирование белков → используют при СД.

- Липоевая кислота влияет на экспрессию вредоносных генов, подавляя активацию свободными $R\cdot$ и продуктами свободнорадикального окисления редокс-чувствительных факторов транскрипции (ген иммунодефицита и др.). Подобная активация ненормальной экспрессии генов лежит в основе канцерогенеза → липоевая кислота играет роль в профилактике рака

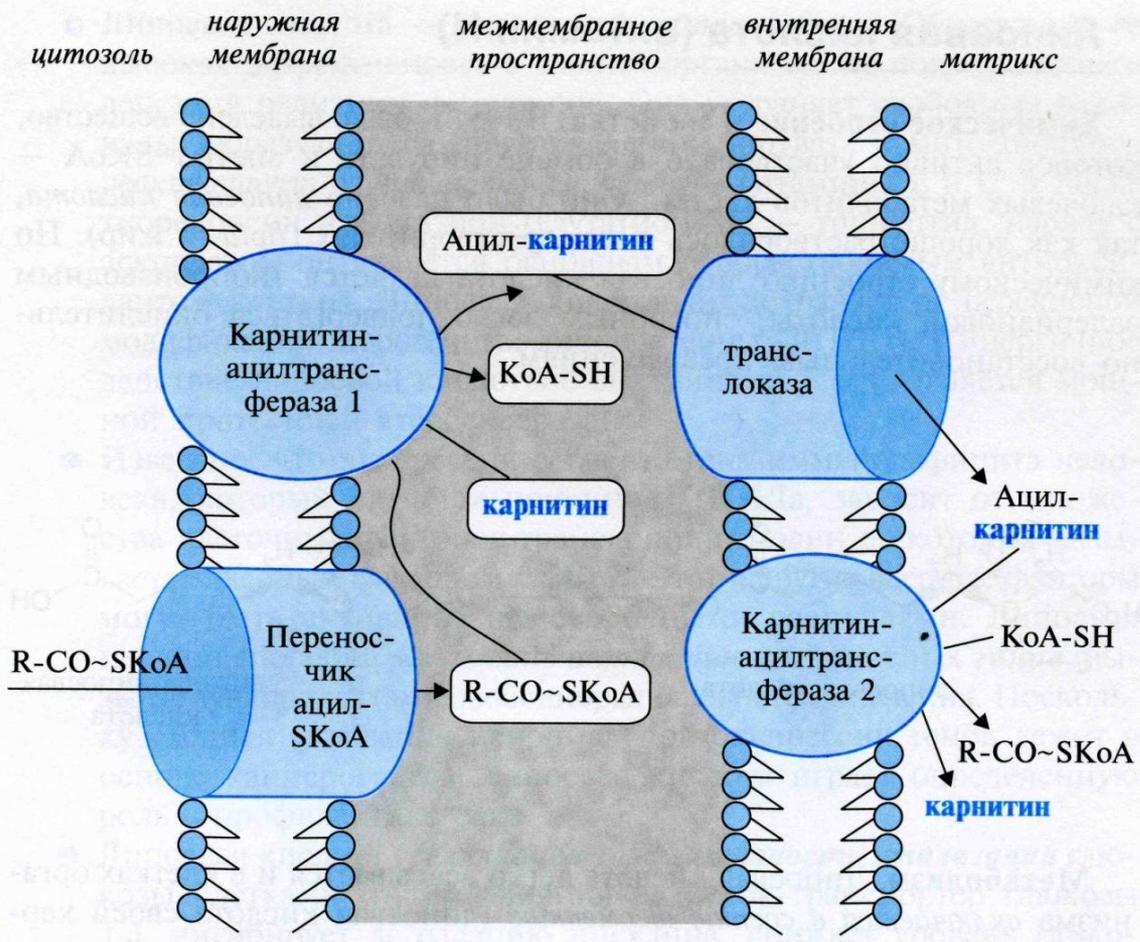
Недостаточность и гипервитаминоз витамина N для человека не описаны

Витамин В₁₁=В_т Карнитин

γ-триметиламино-β-оксибутират



- Суточная потребность ≈ 500 мг
- **Источники:** молочные продукты, мясо, яйца – продукты, содержащие полноценный белок
- **Синтез** из лизина и метионина идет при участии витамина В₆, катализируют гидроксилазы



Транспорт жирных кислот в митохондрию с участием карнитина

Основная функция – участие в сжигании жира для получения энергии

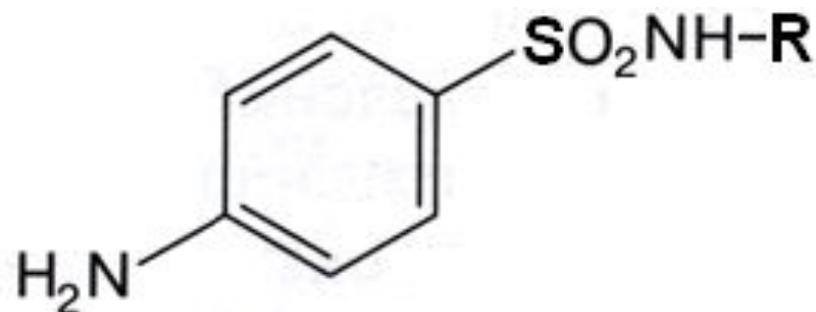
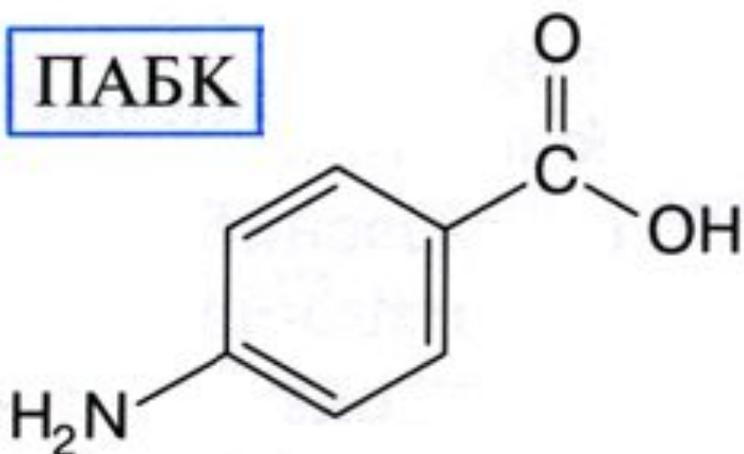
- Транспорт ацил~КоА (жирных кислот) в митохондрии
- Поддержание работы сердца, где жирные кислоты – главный источник энергии
- Стимуляция внешней секреции *pancreas*
- Активация сперматогенеза

■ Недостаточность карнитина

При полноценном белковом питании недостаточности не бывает, т.к. в пище много лизина и метионина. При дефиците лизина и витамина С – мышечная слабость, дистрофия и истончение мышечных волокон

- Симптомы у животных – слабость, повышенная утомляемость, недостаточность печеночной, сердечной и почечной функций

Парааминобензойная кислота



сульфаниламидные препараты –
структурные аналоги

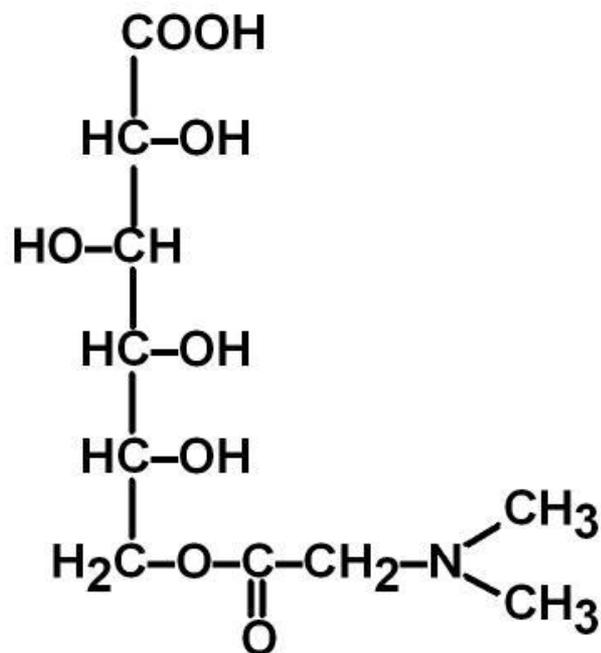
- **Суточная потребность** не установлена
- **Источники:** во всех продуктах питания, особенно в молоке, яйцах, печени, мясе, дрожжах

Метаболические функции ПАБК

- Входит в состав фолиевой кислоты, поэтому
 - 1) участвует в метаболизме как сам витамин Вс
 - 2) симптомы **недостаточности** как у фолатов
- Активирует тирозиназу (ключевой фермент синтеза меланинов), поэтому ПАБК нужна **для нормальной пигментации кожи и волос**
- Микробы не синтезируют ПАБК, поэтому структурные аналоги парааминобензойной кислоты (сульфаниламиды) являются антибактериальными препаратами

Пангамовая кислота

B₁₅



эфир глюконовой кислоты
и диметилглицина

Строение пангамовой кислоты

- **Суточная потребность неизвестна**
- **Источники:** семена растений (главным образом в зародыше), ростки, ядра косточковых плодов (миндаль), печень, дрожжи

Биохимическая и биологическая роль

- Повышает биоэнергетику и устойчивость к гипоксии за счет активации дыхательных ферментов и переноса кислорода.
- Липотропный эффект, препятствует отложению холестерина в бляшках кровеносных сосудов (роль при атеросклерозе и гипертонии)
- Участвует в реакциях метилирования (синтез метионина, холина, адреналина, стероидных гормонов и др.)
- Участвует в детоксикации при отравлении алкоголем, антибиотиками, хлорорганическими соединениями
- **Гиповитаминоз** не встречается



Благодарю за внимание!!!