

ВИТАМИНЫ

Заведующий кафедрой биохимии
ОмГМА, доцент
Ефременко Евгений Сергеевич

Витамины

- это необходимые для нормальной жизнедеятельности низкомолекулярные органические соединения, синтез которых в организме отсутствует или ограничен.

- Витаминны являются незаменимыми компонентами пищи.
- Некоторые витаминны синтезируются микрофлорой кишечника.

Отличительные признаки

ВИТАМИНОВ:

- не выполняют пластической функции, т.е. не включаются в структурные компоненты клетки (мембраны, митохондрии, ядро, лизосомы и т.д.).
- - не играют энергетической роли, не используются как источник энергии.
- выполняют специфические функции, которые не заменяются другими соединениями.
- - дефицит витаминов приводит к появлению специфических нарушений обмена веществ, с характерными клиническими проявлениями.
- - суточная потребность витаминов невысокая, она измеряется в мг или мкг.

Номенклатура витаминов

- буквенное обозначение (А, D, Е, К, С, Р, В1 и т.д.)
- химическое название (витамин А – ретинол)
- клиническое название (витамин А - антиксерофтальмический витамин)

Роль витаминов в обмене веществ.

- **предшественники коферментов.**
витамины В1 (Тиамин) входит в состав ТДФ (тиаминдифосфата) кофермента декарбоксилаз α -кетокислот.
витамины В2 (рибофлавин) является компонентом ФМН и ФАД коферментов дегидрогеназ
- **Антиоксидантная функция**, препятствуют активации свободнорадикальных процессов (витамины Е, А – жирорастворимые антиоксиданты, витамины С и Р – водорастворимые антиоксиданты).

Роль витаминов в обмене веществ.

- Производные жирорастворимых витаминов А и Д являются **сигнальными молекулами**, так как действуют через рецепторы.
- **участие в образовании сигнальных молекул – нейромедиаторов и гормонов.**
- отдельные витамины (фолиевая кислота, В12) **участвуют в регенерации незаменимых аминокислот (метионина)**

- **Дефицит витаминов** в организме приводит к развитию **патологических состояний с характерными клиническими проявлениями.**
- *Авитаминоз* – это патологическое состояние, вызванное отсутствием витамина в организме.
- *Гиповитаминоз* – патологическое состояние, вызванное недостатком витамина в организме.
- Избыточное поступление витаминов и их накопление в организме может привести к развитию *гипервитаминоза*.

Причины развития гиповитаминозов

- Первичные – недостаточное поступление витаминов с пищей
- Вторичные причины –
 - – снижение аппетита
 - – повышенный расход витаминов (стресс, инфекции, физические нагрузки и т.д.)
 - – нарушение всасывания и утилизации витаминов (заболевания желчевыводящих путей и печени, энтероколиты и др.)
 - – использование антибактериальных препаратов (антибиотиков, сульфаниламидов) приводит к гибели кишечной микрофлоры, синтезирующей некоторые витамины
 - – применение структурных аналогов витаминов, - антивитаминов и лекарственных средств ингибирующих метаболизм витаминов (аспирин препятствует действию фолиевой кислоты, аминазин тормозит включение В2 в структуру ФАД, противотуберкулезные препараты связывают активную форму витамина В6 – ПФ).
- Третичные причины - Врожденные дефекты ферментов, участвующих в превращениях витаминов.

- **Чаще встречается состояние предболезни.**
- **Это состояние называется недостаточная витаминная обеспеченность,**
- **при котором отсутствуют характерные клинические проявления,**
- **но наблюдается снижение работоспособности, повышенная утомляемость, сонливость, увеличение частоты и длительности заболевания.**

Причины недостаточной витаминной обеспеченности

- использование пищевых продуктов, подвергнутых интенсивной технологической обработке, консервированию и длительному хранению.
- Снижение энергозатрат, вызывающие необходимость уменьшения потребления пищи.
- Известно, что в начале 20 века энергозатраты составляли 3500-4000 килокалорий, а в настоящее время— 2000-2500 ккал.

Витамин А

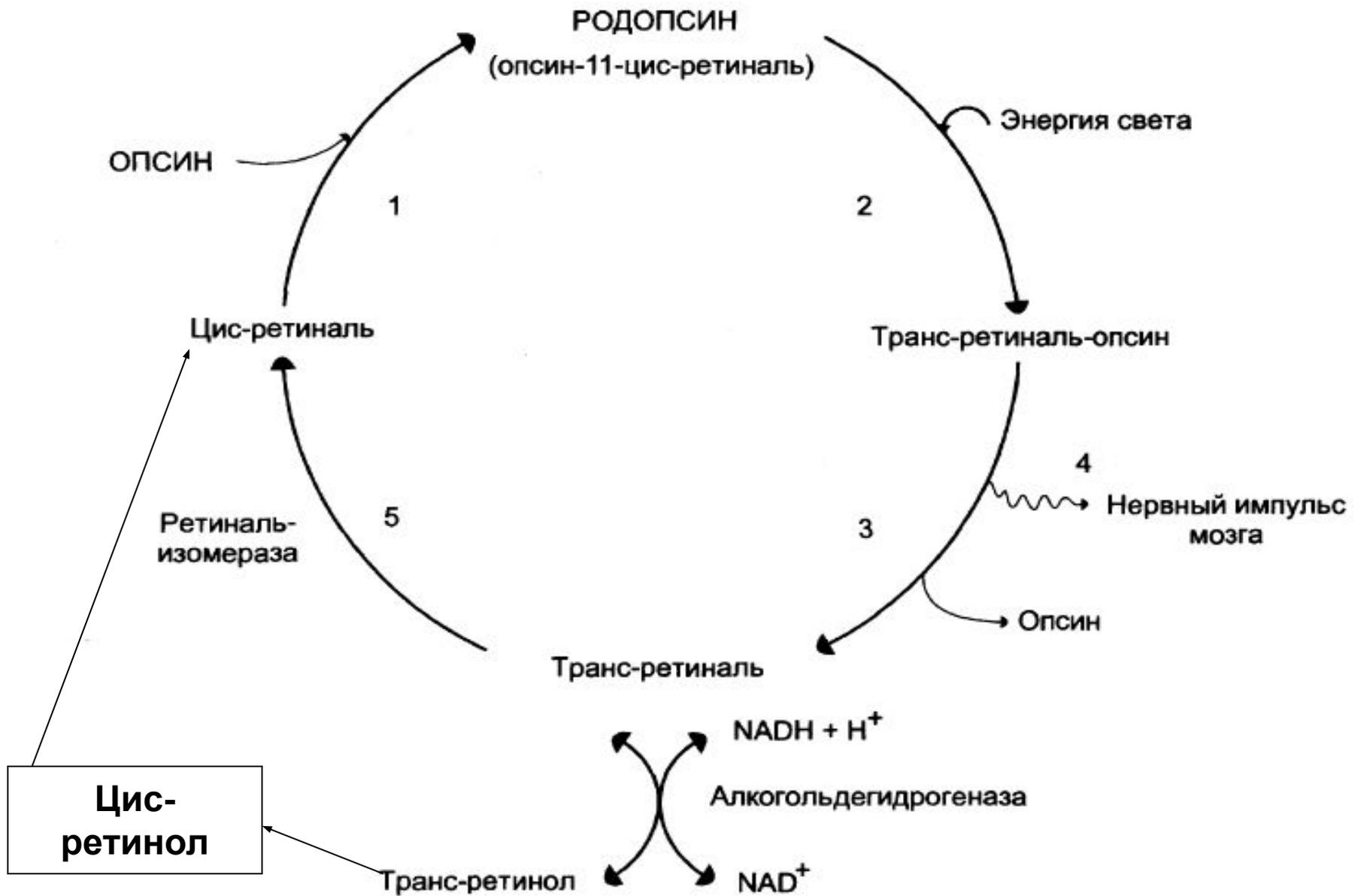
химическое название - ретинол,

клиническое название -

антиксерофтальмический.

- Ретинол состоит
- из кольца β -ионона
- боковой цепи содержащий два остатка изопрена
- первичной спиртовой группы,
- представляет собой циклический
непредельный одноатомный спирт.

- производное витамина А-ретиноевая кислота - участвует в регуляции деления и дифференцировки быстро пролиферирующих (делящихся) тканей-хрящевой, костной ткани, эпителия кожи и слизистых, эмбриональных тканей
- Ретиноевая кислота,
- как сигнальная молекула, обладает гидрофобными свойствами,
- проникает через плазматическую мембрану и взаимодействует с рецепторами в ядре клеток-мишеней.
- Образовавшийся комплекс гормон-рецептор связывается с определёнными участками ДНК и стимулирует транскрипцию генов.



Гипо-,авитаминоз А

- нарушение адаптации зрения в темноте → гемералопия («куриная слепота»);
 - задержка роста;
 - нарушение процессов эпителизации (пищеварительного тракта, кожи, дыхательных путей, выводных протоков слезных желез)
- (ксерофтальмия → воспаление → кератомалация → амблиопия);

- Суточная потребность
витамины А - 1,0-2,5 мг
β-каротин - от 2 до 5 мг

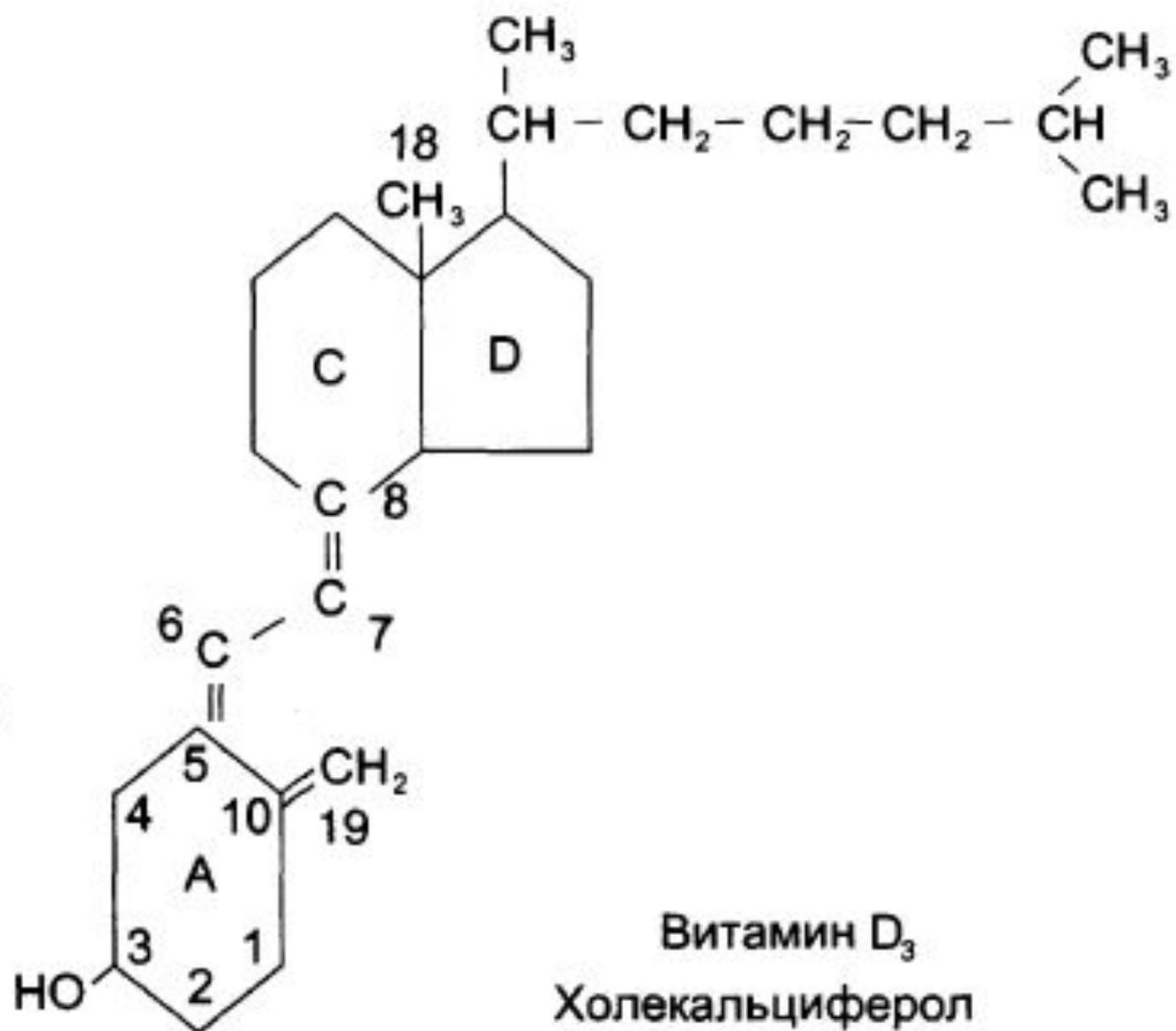
Витамин А содержится только в
продуктах животного происхождения

В растительных продуктах содержатся
провитамины А – каротиноиды (плоды
красно-желтой окраски)

Витамин Д

(антирахитический витамин)

- Витамин Д₂ – эргокальциферол
- Витамин Д₃ – холекальциферол



7-дегидрохолестерин $\xrightarrow{\text{уфо}}$

холекальциферол $\xrightarrow{\text{25-гидроксилаза}}$

25-гидросихолекальциферол $\xrightarrow{\text{1-гидроксилаза}}$

1,25-дигидросихолекальциферол
(кальцитриол)

Мишени кальцитриола:

- КИШЕЧНИК,
- ПОЧКИ,
- КОСТИ.

Биологическая роль кальцитриола

- Стимуляция всасывания Ca^{2+} в кишечнике путем увеличения синтеза кальцийсвязывающего белка – кальбиндина Д.
- Способствует минерализации (кальцификации) костной ткани, поддерживая высокую концентрацию Ca^{2+} и P во внеклеточной жидкости.
- Увеличивает реабсорбцию Ca^{2+} и P в почках.

Гиповитаминоз и авитаминоз Д.

- Недостаточная минерализация костной ткани → рахит (поражение костной и мышечной системы)
- У взрослых гиповитаминоз Д проявляется остеомалацией

Причины гиповитаминоза Д

- Недостаточное поступление витамина с пищей, особенно при искусственном вскармливании детей грудного возраста.
- Недостаточная инсоляция приводит к нарушению превращения 7-дегидрохолестерина в холекальциферол (рахит – «болезнь подвалов»).
- Нарушение всасывания витамина в тонком кишечнике.

- **Суточная потребность**
12-25 мкг (500-1000 МЕ).

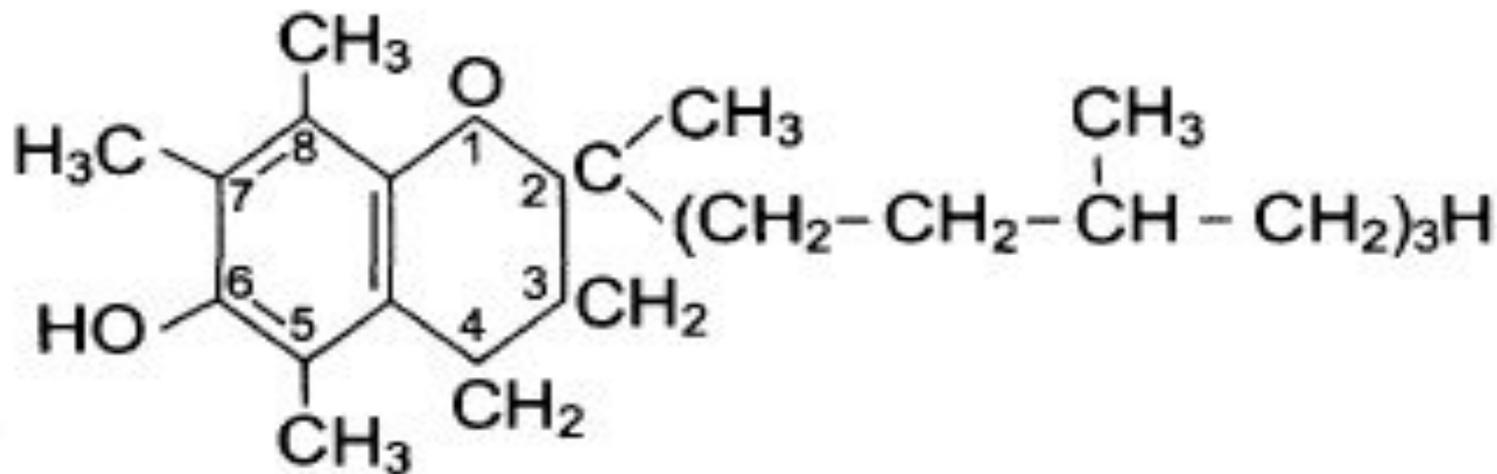
Источники витамина:

**продукты животного
происхождения:**

**яичный желток, сливочное масло,
рыбий жир, печень**

Витамин Е

(антиоксидантный, антистерильный
токоферол)



α-Токоферол (5,7,8-триметилтокол)

- Токоферол липофильный антиоксидант (инактивация свободных радикалов).
- Антиоксидантные свойства проявляются в липидном слое биомембран
- Предотвращает развитие цепи перекисного окисления липидов обеспечивается стабильность биологических мембран.

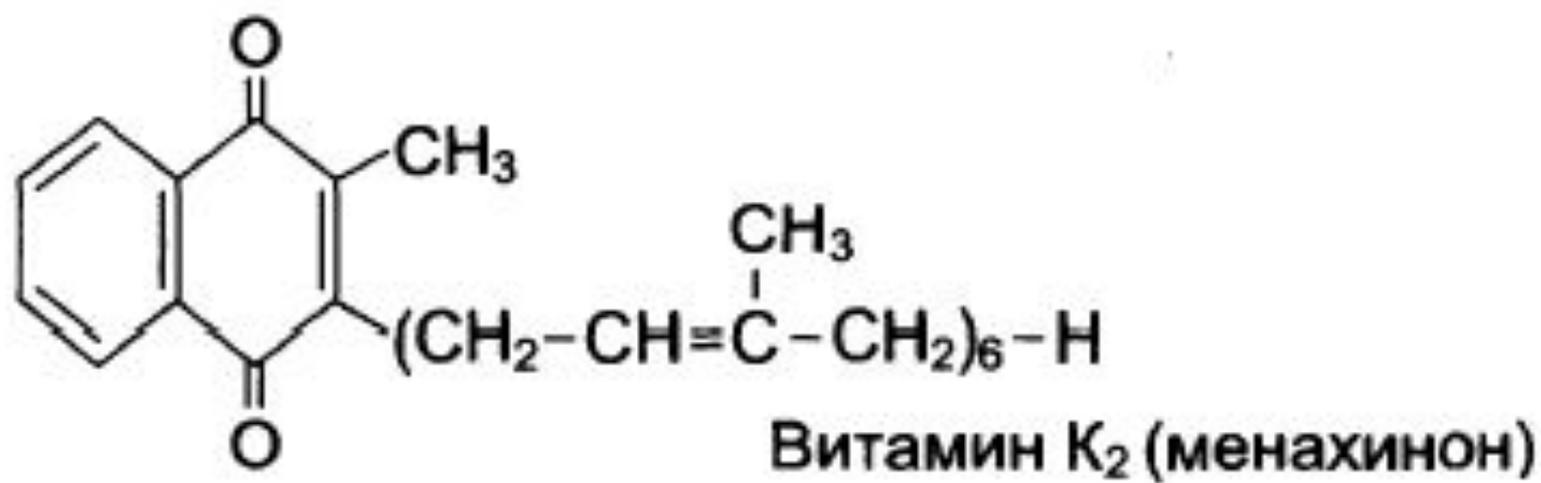
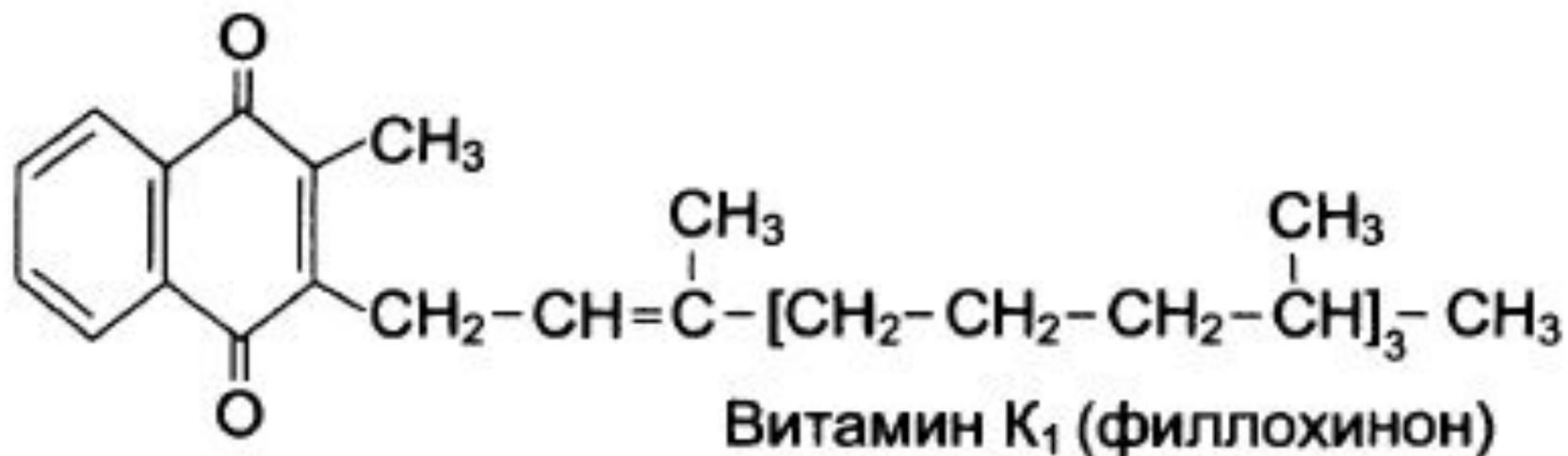
Признаки гиповитаминоза Е

- гемолитическая анемия у недоношенных
- патология беременности
(экспериментальные данные)

- Суточная потребность в витамине – 5 мг.
- Источник витамина – растительные масла,, салат, семена злаков, сливочное масло, яичный желток.

Витамин К – антигеморрагический витамин, нафтохинон

- К1 - филлохинон,
- К2 - менахинон



Биологическая роль витамина К

Активация факторов свертывания крови:

- протромбина (II),
- проконвертина (VII),
- фактора Кристмаса (IX).
- фактора Стюарта (X)

Механизм действия

- Активация карбоксилазы глутаминовой кислоты
- Образуется карбоксиглутамин
- Он связывает Ca^{2+} , необходимый для связывания тромбина с тромбоцитарными мембранами.

Гипо-, авитаминоз

- геморрагический синдром
(подкожные, внутримышечные,
носовые, внутренние
кровотечения)

Причина дефицита витамина К

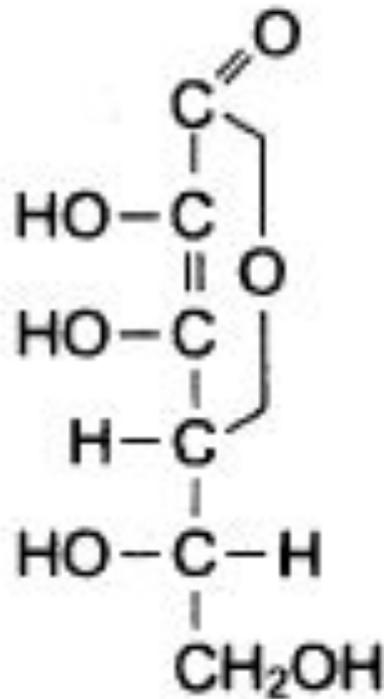
- нарушение всасывания из-за нарушения секреции желчи, заболеваний печени.

Суточная потребность – 1-2 мг (синтезируется микрофлорой кишечника)

Источники витамина:

шпинат, капуста, томаты, печень.

Витамин С, антискорбутный, аскорбиновая кислота.



Аскорбиновая кислота (АК)

Роль в обмене веществ

- гидроксилирование аминокислот лизина и пролина, важнейших компонентов белка соединительной ткани – коллагена.
- гидроксилирование биогенных аминов, превращении ДОФА в норадреналин и триптофана в серотонин.
- гидроксилирование кортикостероидных гормонов.
- водорастворимый антиоксидант

Проявления гиповитаминоза

- кровоточивость, болезненность десен, появление кожных кровоизлияний, петехий.
- снижением устойчивости организма в стрессовых ситуациях

Проявления авитаминоза витамина С

- Более глубокие нарушения соединительной ткани – **цинга** (скорбут) (кровоизлияния во внутренние органы, нарушения костной ткани, многочисленные поражения зубов кариесом.)

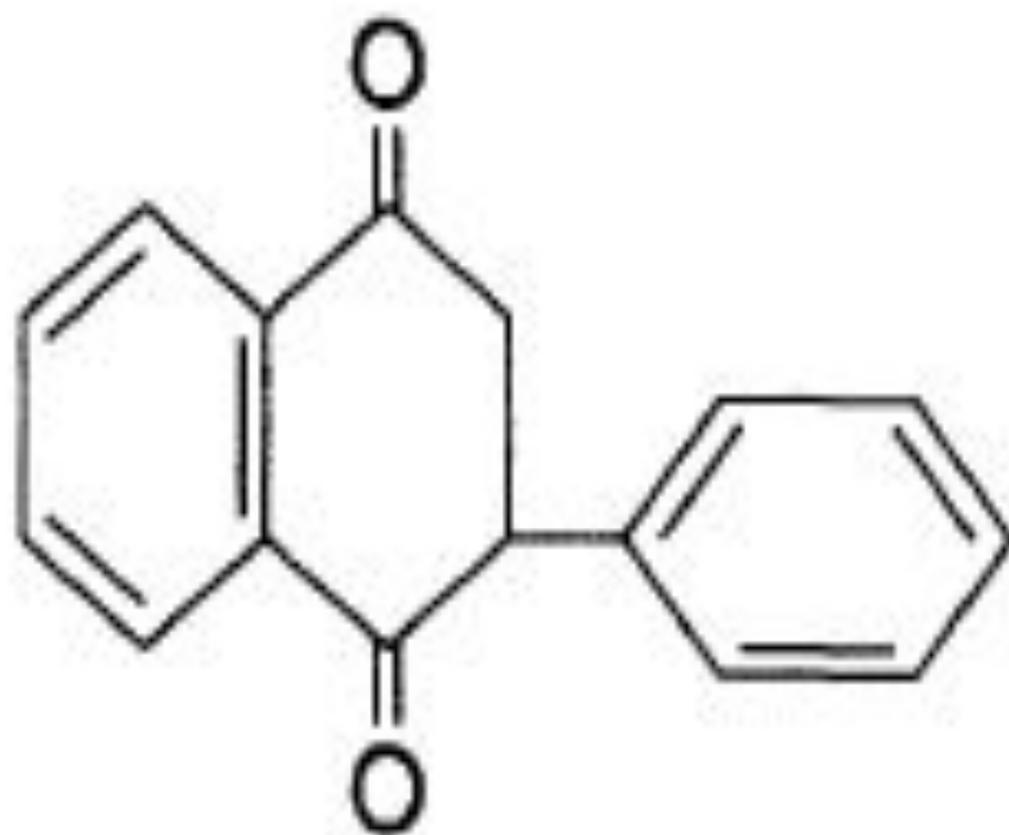
Продукт	Содержание витамина, мг/100 г
Плоды шиповника	2400
Облепиха	450
Смородина чёрная	300
Лимоны	40
Апельсины	30
Яблоки	30
Картофель свежий	25
Томаты	20
Молоко	2,0
Мясо	0,9

Суточная потребность в аскорбиновой кислоте **100-120 мг**

Витамин Р

(биофлавоноиды, фактор проницаемости).

- Свойствами этого витамина обладает большая группа соединений: катехины, флавоны, флавононы, антоцианы и др.
- производные флавонола называются **биофлавоноидами**
- полифенольные соединения растительного происхождения



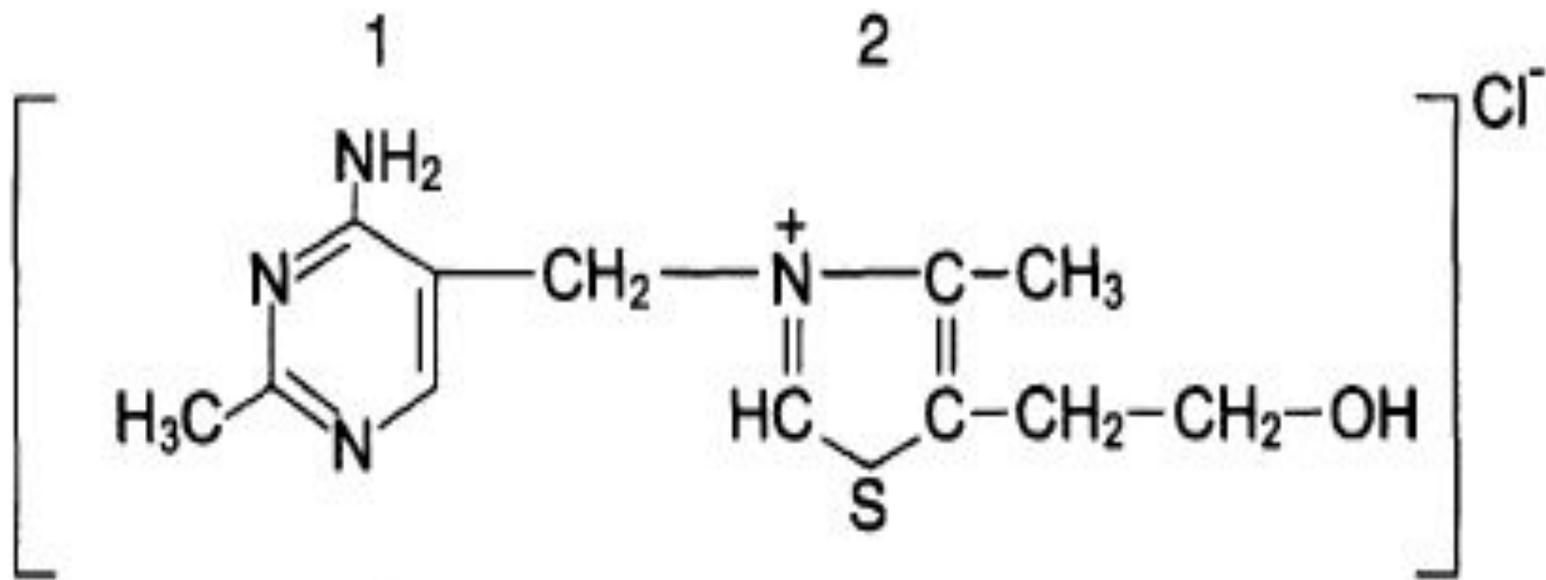
Флавон

Биологическая роль биофлавоноидов

- мощный антиоксидант (спутник витамина С)
- стабилизация межклеточного матрикса соединительной ткани (снижение активности гиалуронидазы) →
уменьшение проницаемости капилляров
- гипотензивное действие

Витамин В1

(тиамин, антиневритный)



1 – пириридиновое кольцо; 2 – тиазоловое кольцо

Участие витамина В1 в обмене веществ:

- Входит в состав ТДФ: ТИАМИН + АТФ → ТДФ
- кофермент декарбоксилаз альфа - кетокислот (ПВК, альфа –кетоглутаровая кислота)
- кофермент транскетолаз (ферменты неокислительной стадии гексозомонофосфатного пути распада ГЛЮКОЗЫ)

- **Суточная потребность в витамине В1 – 2 – 3 мг.**

- **Источники витамина В1**

крупы, хлеб грубого помола,
печень, мясо, яйцо, картофель

- **Проявления гиповитаминоза**

Полиневрит

- **Авитаминоз**

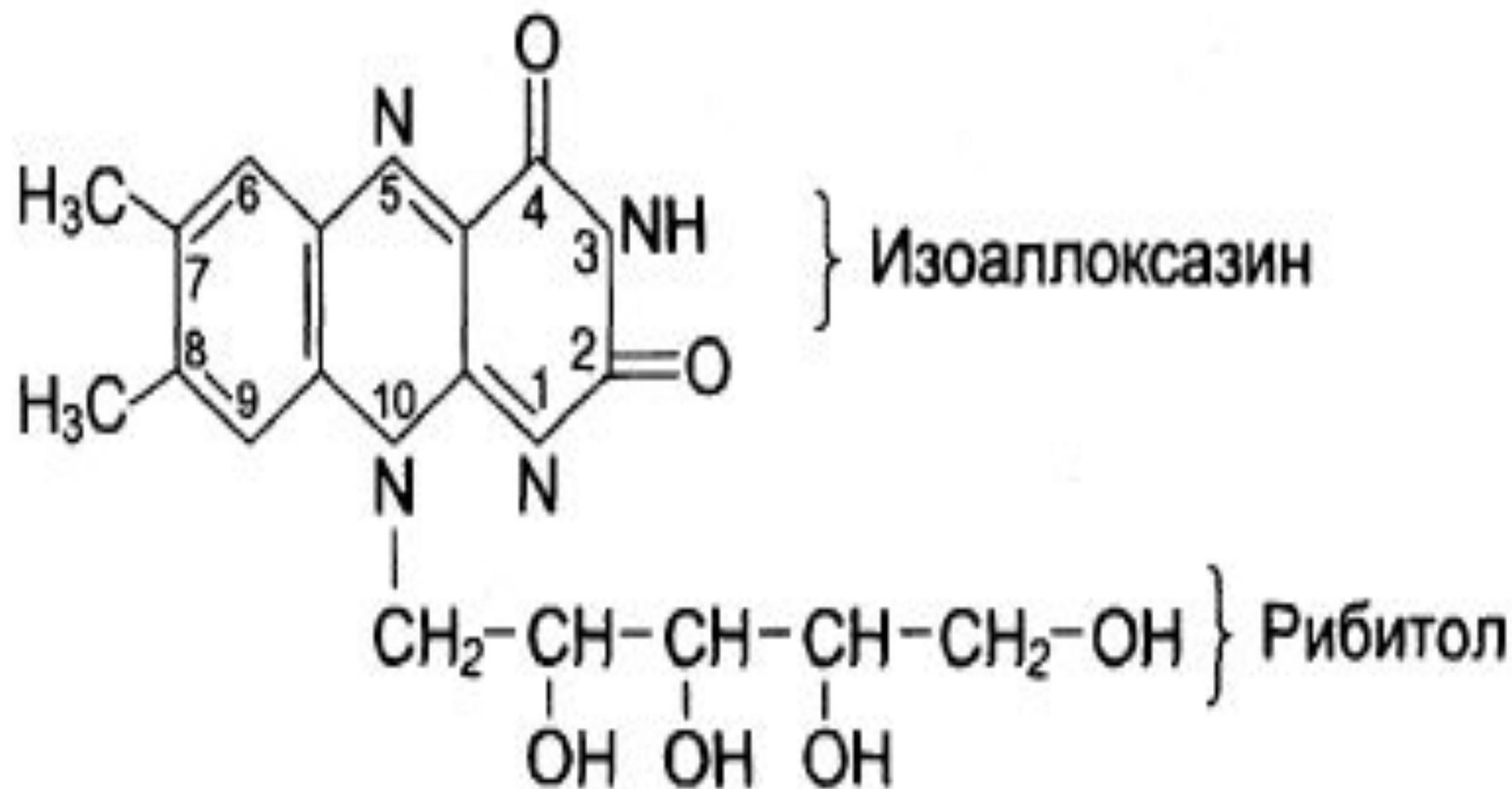
Болезнь бери-бери

- Полиневрит
- Сердечная недостаточность
- Нарушения моторной функции пищеварительного тракта

Витамин В2, рибофлавин

Метаболические функции витамина В2.

- Участвует в окислительно-восстановительных реакциях, т.к. входит в состав коферментов ФМН и ФАД
- Компонент дыхательной цепи, входит в состав НАДН - ДГ
- Принимает участие в окислении жирных кислот, янтарной кислоты, аминокислот



Витамин В₂

- **Суточная потребность в витамине В2 - 2-4мг.**

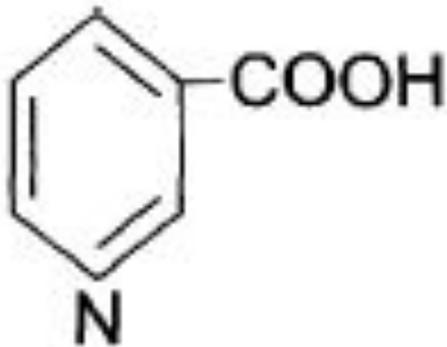
- **Источники витамина В2**

печень, мясо, хлеб, соя, яйцо.

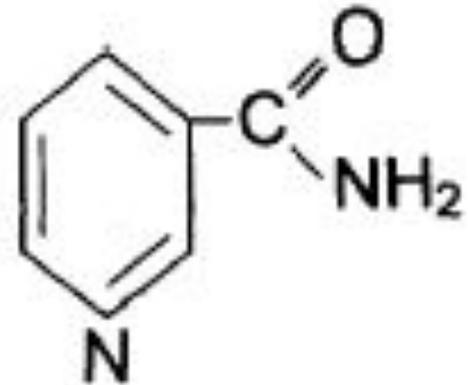
- **Гиповитаминоз и авитаминоз** поражение эпителия слизистых, роговицы глаз, кожи;

Витамин РР

(никотиновая кислота, никотинамид,
антипеллагрический)



Никотиновая кислота



Никотинамид

Витамин РР

Участие в обмене веществ:

- Участвует в образовании НАД и НАДФ.
- Компонент дыхательной цепи.
- Коферменты различных дегидрогеназ.
- Суточная потребность в витамине РР
20 - 25мг
- Источники витамина РР
 - говяжья печень, рыба, грибы, мука пшеничная, соя, бобы, хлеб, картофель, мясо.
 - Может синтезироваться в организме из триптофана при участии витамина В6.

- Гиповитаминоз проявляется в виде **пеллагры**:
- дерматит, с повреждением симметричных участков кожи, подверженных действию УФО
- Диарея
- Деменция

ПАНТОТЕНОВАЯ КИСЛОТА

(витамин В5)

- Состоит из бета –аланина, соединенного с производным масляной кислоты.

Метаболические функции ПАНТОТЕНОВОЙ КИСЛОТЫ

Входит в состав кофермента А (HS-CoA)

- Перенос ацильных радикалов в реакциях общего пути катаболизма
- **ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЕ альфа –КЕТОКИСЛОТ.**
- активация жирных кислот
- Синтез холестерина, кетоновых тел
- Реакции биотрансформации ксенобиотиков

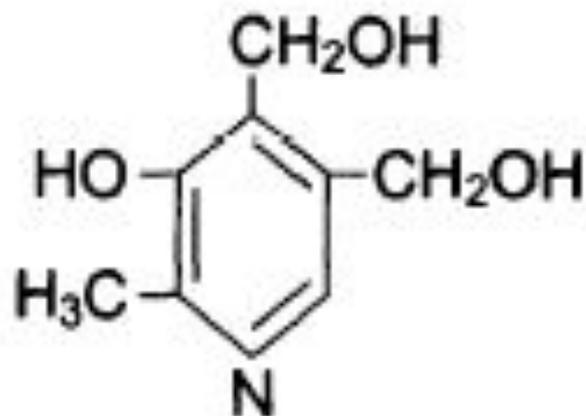
- Суточная потребность 10-12 мг
- **Источники:** различные продукты растительного и животного происхождения
- В организма человека синтезируется кишечной палочкой.

Гиповитаминоз:

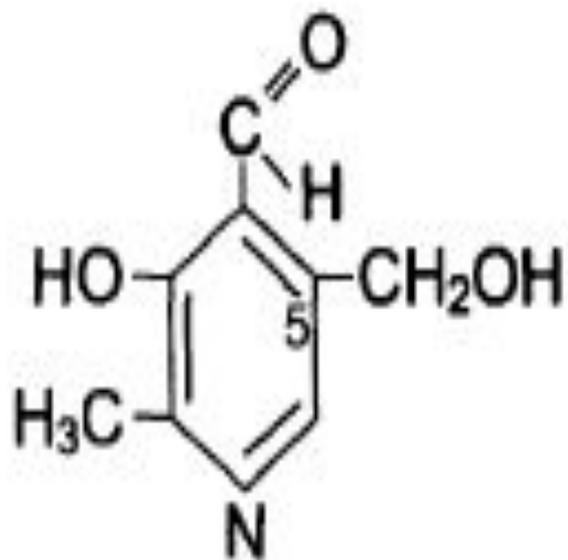
- дерматиты,
- дистрофические изменения сердца, почек, надпочечников,
- невриты

Витамин В6

(пиридоксин, антидерматитный)

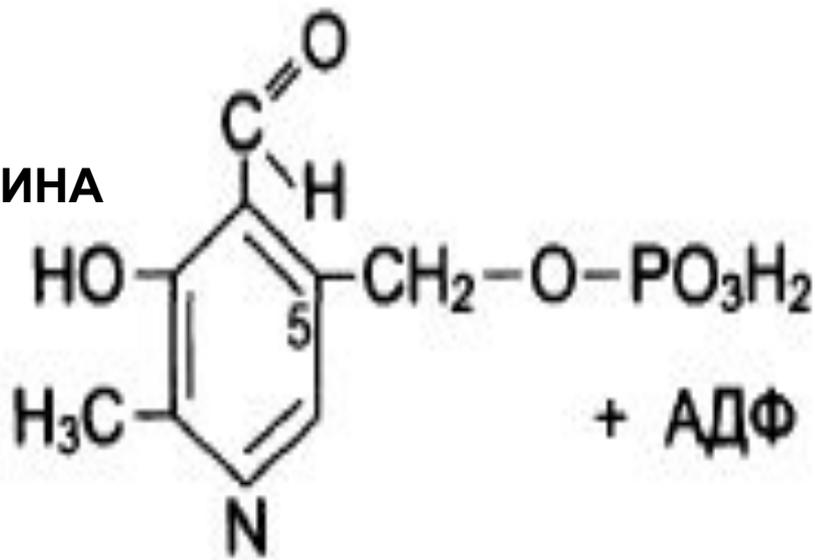
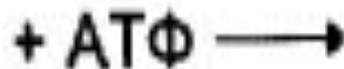


Пиридоксол
(пиридоксин)



Пиридоксаль
(витамин В₆)

ПИРИДОКСАЛЬКИНА
3А



Пиридоксальфосфат
(кофермент)

+ АДФ

Роль витамина В6 в обмене веществ:

- Участвует в образовании **пиридоксальфосфата** (кофермент аминотрансфераз, декарбоксилаз аминокислот)
- Специфические реакции обмена серина, треонина, триптофана
- Участвует в синтезе гема.

- **Суточная потребность – 2–3 мг**
- **Источники витамина В6:** печень, молоко, пшеница, дрожжи (хлеб грубого помола)

Гиповитаминоз

- нарушение белкового обмена, что проявляется развитием анемии, дерматита, поражением слизистых оболочек.
- Повышенная возбудимость нервной системы (нарушение декарбоксилирования глутамата и образования ГАМК)

Витамин В12

(кобаламин, антианемический)

- 1955г – Дороти Ходжкен – расшифровка структуры
- 1964г – Нобелевская премия
- Единственный витамин, содержащий металл - **КОБАЛЬТ**

Метаболические функции витамина В12

Источник образования коферментов

метилкобаламин

- Регенерация метионина
- Превращения производных фолиевой кислоты, необходимых для синтеза нуклеотидов ДНК и РНК

дезоксиаденозилкобаламин

- Метаболизм ВЖК с нечетным количеством атомов углерода
- Обмен АК с разветвленной боковой цепью

Всасывание при участии фактора Касла – гликопротеин, синтезируемый в обкладочных клетках слизистой желудка

Суточная потребность 1-2 мкг

Гиповитаминоз

Мегалобластная анемия

(из-за нарушения обмена нуклеиновых кислот – синтеза ДНК - в быстроделющихся клетках кроветворной системы)

Нарушения нервной деятельности

(накопление метилмалоновой кислоты – продукт распада жирных кислот с нечетным количеством атомов углерода)

Источники витамина В 12:

- печень, почки
- Синтезируется микроорганизмами:
бактерии, актиномицеты

Фолиевая кислота **(антианемический, В9, Вс)**

от лат. folium – лист

- Птеридин
- ПАБК
- Глутаминовая кислота

Биологическая роль фолиевой кислоты

- Субстрат для синтеза коферментов, участвующих в переносе одноуглеродных групп (метильных, оксиметильных, формильных)
- Синтез пуриновых нуклеотидов
- образование дТМФ
- Обмен глицина, серина

Гиповитаминоз

Проявления обусловлены недостатком пуринов и пиримидинов для синтеза ДНК

- Мегалобластная анемия
- Лейкопения
- Задержка роста
- Нарушение регенерации эпителия ЖКТ
- **Потребность** 400 мкг / сут
- **Источники**: дрожжи + продукты животного происхождения

Витамин Н

(биотин, антисеборейный)

Метаболические функции витамина Н

- Является коферментом карбоксилаз ПВК, ацетил - КоА
- Участвует в реакциях синтеза жирных кислот
- Суточная потребность в витамине Н 10 мкг

Источники

- Продукты животного происхождения
- Синтезируется микрофлорой кишечника.

Гиповитаминоз проявляется в виде чешуйчатого дерматита (носогубной треугольник и волосистая часть головы - себорея)

Витаминоподобные вещества

- Холин
- ПАНГАМОВАЯ КИСЛОТА
- ПАБК (ПАРААМИНОБЕНЗОЙНАЯ кислота)
- ОРОТОВАЯ КИСЛОТА
- Липоевая (тиоктовая кислота)

Холин (В₄)

- В организме из холина синтезируется важнейший нейромедиатор — **ацетилхолин**
- Входит в состав фосфолипидов
- Участвует в синтезе метионина (донор метильных групп)
- **Источники** – продукты животного происхождения

ПАНГАМОВАЯ КИСЛОТА (В 15)

- Эфир глюконовой кислоты и диметилглицина
- В живых клетках активирует процесс переноса кислорода, участвует в реакциях метилирования.
- Источники: бобовые, рис, семечки абрикоса

ПАРААМИНОБЕНЗОЙНАЯ кислота **(В₁₀)**

- является предшественником в биосинтезе **тетрагидрофолата** – обеспечивает синтез пуринов и пиримидинов
- **Источники:** печень, дрожжи

ОРОТОВАЯ КИСЛОТА (В₁₃)

- предшественником в биосинтезе пиримидиновых оснований
- Обеспечивает биосинтез белка
- Главным источником оротовой кислоты для человека является коровье молоко.

Липоевая (тиоктовая кислота)

- **Кофермент пируватдегидрогеназного и альфа-кетоглутаратдегидрогеназного КОМПЛЕКСОВ**
- **Антиоксидант**

Источники: продукты животного происхождения