

# Витамины

## Лекция 28

# План

- Общие представления: определение, классификация, болезни витаминной недостаточности.
- Характеристика жирорастворимых витаминов. Строение, пищевые источники, участие в обмене веществ.
- Признаки авитаминоза А, Д, Е, К, Q.
- Характеристика водорастворимых витаминов. Строение, пищевые источники, участие в обмене веществ.
- Признаки авитаминоза С, В1, В2, В6, РР, В9, В12, Н.
- Антивитамины

# Витамины

## *Определение*

- **Витамины** — группа низкомолекулярных органических соединений относительно простого строения и разнообразной химической природы, объединённая по признаку абсолютной необходимости их для гетеротрофного организма в качестве составной части пищи. Витамины содержатся в пище в очень малых количествах, и поэтому относятся к микронутриентам.
- Гиповитаминозы – недостаточность витаминов (частичная недостаточность витаминов в пище)
- Авитаминозы – отсутствие витаминов (длительное или почти полное отсутствие витаминов в пище)

# Признаки гипо- и авитаминозов

- Задержка в росте
  - Потеря веса
  - Быстрая утомляемость, сонливость, снижение физической и умственной работоспособности
  - Раздражительность
  - Сниженная сопротивляемость к инфекциям и стрессам
- 
- **Витаминная недостаточность**
    - Первичная (низкое содержание витаминов в пище)
    - Вторичная (нарушение всасывания витаминов в ЖКТ, заболевания печени и др.)

# Основные причины болезней витаминной недостаточности

- **У взрослых:**

- Социальные
- Биологические (повышенные потребности)
- Недостаточное содержание в пище из-за применяемых технологий
- Патологии
- Потребление антибиотиков
- Курение, алкоголь
- Физическая и эмоциональная нагрузка

- **У детей:**

- Недоношенность
- Искусственное вскармливание
- Длительное вскармливание одним грудным молоком
- Половое созревание

# Классификация витаминов

- **Водорастворимые**

- С (аскорбиновая кислота), В<sub>1</sub> (тиамин), В<sub>2</sub> (рибофлавин), В<sub>3</sub>(РР) (никотинамид), В<sub>5</sub> (пантотеновая кислота), В<sub>6</sub> (пиридоксин, пиридоксальфосфат), В<sub>7</sub>(Н) (биотин), В<sub>9</sub> (фолиевая кислота), В<sub>12</sub> (цианкоболамин), Р (биофлаваноиды, полифенолы),

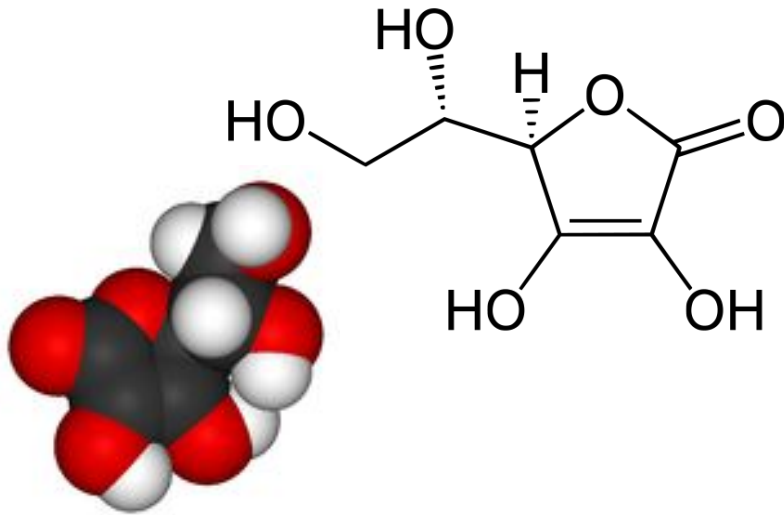
- **Жирорастворимые**

- А (ретинол), D<sub>2</sub> (эргокальциферол), Е (токоферол), К (филлохинон)

- **Витаминоподобные вещества**

- U (метионин, противоязвенный фактор), В<sub>8</sub> (инозит), В<sub>10</sub> (п-Аминобензойная кислота), В<sub>4</sub> (холин), В<sub>15</sub> (пангамовая кислота), В<sub>17</sub> (амигдалин), В<sub>Т</sub> (карнитин), В<sub>13</sub> (оротовая кислота), N (тиктоевая кислота), F (триглицериды жирных кислот ω3 и ω6), В<sub>11</sub> (левокарнитин), Q

# С (аскорбиновая кислота)



Суточная потребность – 50-100 мг



Необходим для работы гидроксилаз при синтезе коллагена, катехоламинов, карнитина

Восстанавливает железо до  $Fe^{2+}$

Переводит фолат к коферментные формы

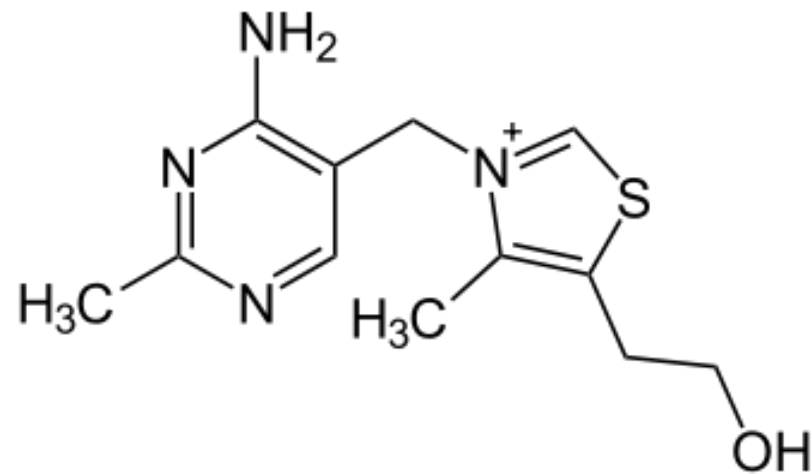
Поддерживает HS-группы белков в восстановленном состоянии

Увеличивает сопротивляемость к инфекциям, увеличивает работоспособность, снижает риск развития атеросклероза, снижает потребность в витаминах А, Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>.

# B<sub>1</sub> (тиамин)



viafortuna.ru



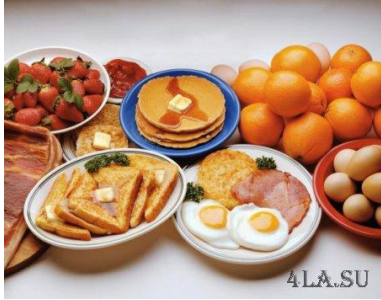
Активная форма – тиаминпирофосфат, образуется путем фосфорилирования:  
входит в состав 2-кетоглутаратДГ, ПДГ, транскетолазы,  
участвует в синаптической передаче  
способствует нормальному протеканию процессов углеводного и жирового обмена

Суточная потребность – 1,4-2,4 мг

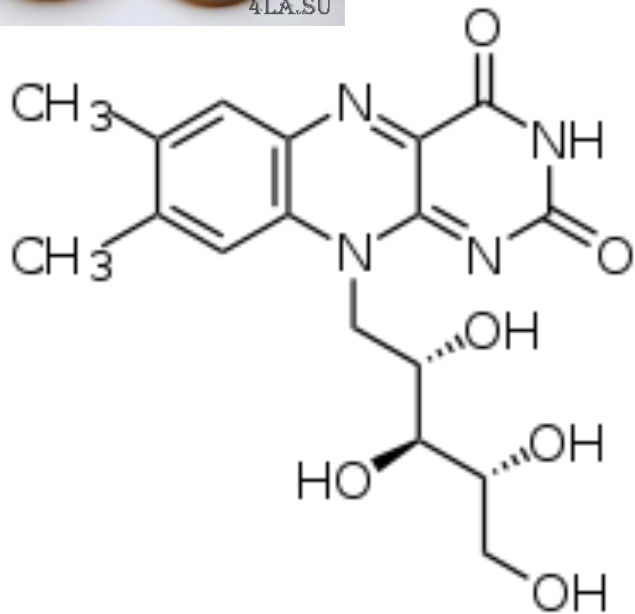


Недостаток витамина – болезнь бери-бери (полиневрит)





# B<sub>2</sub> (рибофлавин)



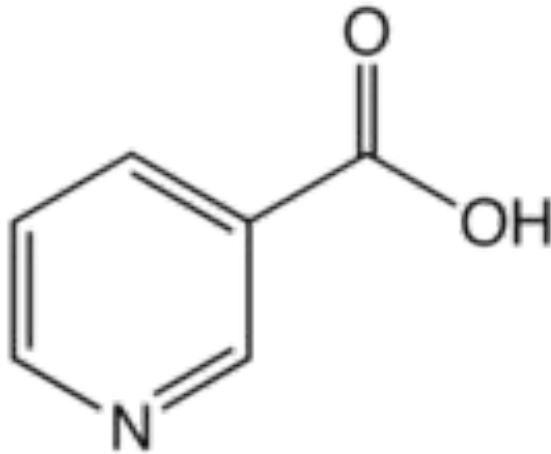
- Антиоксидант
- Имеет 2 активные формы – ФАД и ФМН.
- ФМН – компонент дыхательной цепи
- ФАД – простетическая группа ДГ
- Необходим для работы оксидаз (моноаминоксидаза, ксантиноксидаза и др.)
- Необходим для работы редуктаз (глутатионредуктаза, фолатредуктаза и др.)

Суточная потребность – 1,9-3 мг

- Недостаточность - остановка роста у молодых организмов, развитие воспалительных процессов на слизистой оболочке ротовой полости, появление длительно незаживающих трещины в углах рта, дерматит носогубной складки, развитие общей мышечной слабости и слабости сердечной мышцы Типично воспаление глаз: конъюнктивиты, васкуляризация роговицы, катаракта.



# $B_3(PP)$ (никотиновая кислота, никотинамид)



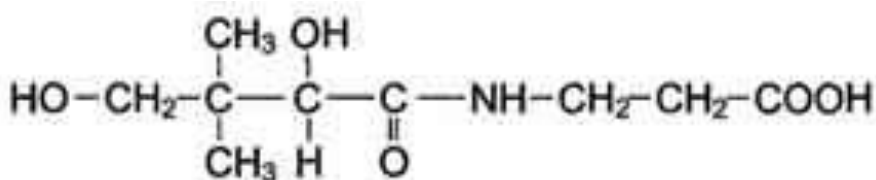
Суточная потребность – 14-25 мг

- Имеет 2 активные формы – НАД<sup>+</sup> и НАДФ<sup>+</sup>
- НАД<sup>+</sup> - кофермент ДГ
- НАДФ<sup>+</sup> - кофермент дегидрогеназ пентозофосфатного пути
- НАДФН используется:
  - редуктазами в биосинтезе жирных кислот, холестерина
  - восстановительном аминировании 2-кето-глутарата
  - для перевода рибозы в дезоксирибозу
  - в образовании активной формы фолиевой кислоты
  - гидроксилазами для превращения фенилаланина в тирозин
  - в трансгидрогеназной реакции

- Недостаточность - заболевание "пеллагра" (дерматит, диарея, деменция). Пеллагра проявляется в виде симметричного дерматита на участках кожи, доступных действию солнечных лучей, расстройств ЖКТ (диарея) и воспалительных поражений слизистых оболочек рта и языка, расстройств ЦНС (деменция): потеря памяти, галлюцинации и бред.



# V<sub>5</sub> (пантотеновая кислота)



Суточная потребность – 10-12 мг

**Недостаточность** - дерматиты, дистрофические изменения желёз внутренней секреции, нарушение деятельности нервной системы (невриты, параличи), дистрофические изменения в сердце, почках, депигментация и выпадение волос и шерсти у животных" потеря аппетита, истощение.

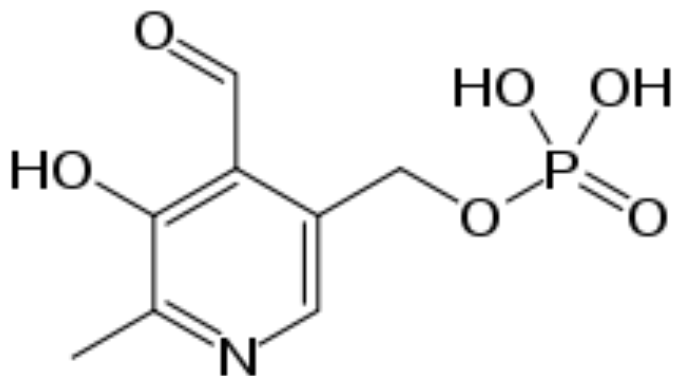
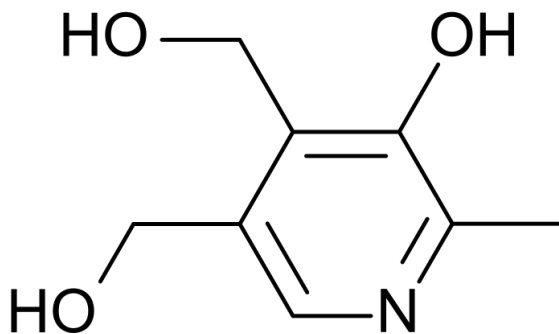


- Используется для синтеза коферментов:
  - 4-фосфопантотеина (кофермент пальмитоилсинтазы)
  - КоА (участвует в переносе ацильных радикалов в реакциях общего пути катаболизма, активации жирных кислот, синтеза холестерина и кетоновых тел, порфиринов, синтеза ацетилглюкозаминов, обезвреживания чужеродных веществ в печени)



# $V_6$ (пиридоксин, пиридоксальфосфат)

- Используются для синтеза коферментов: пиридоксальфосфата и пиридоксаминфосфата. Пиридоксальные ферменты играют ключевую роль в обмене аминокислот: катализируют реакции трансаминирования и декарбоксилирования аминокислот, участвуют в специфических реакциях метаболизма отдельных аминокислот: серина, треонина, триптофана, серосодержащих аминокислот, а также в синтезе гема.
- Участвует в транспорте аминокислот из кишечника и из кровяного русла в клетки.

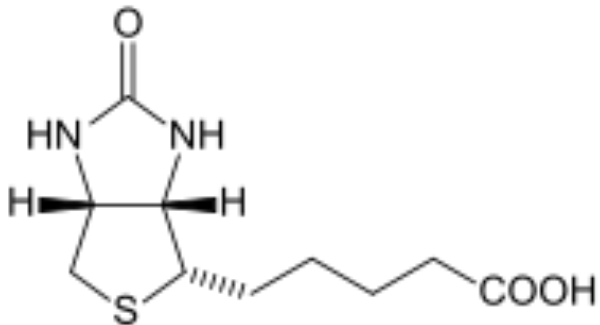


Суточная потребность – 2-3 мг

**Недостаточность** - повышенная возбудимость ЦНС, судороги, специфические дерматиты.



# $B_7(H)$ (БИОТИН)



Суточная потребность – 10 мкг

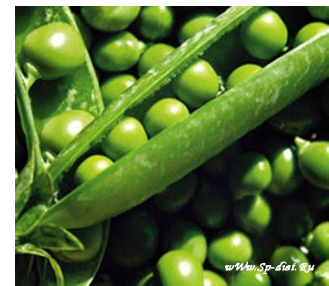
## Недостаточность

- дерматит, характеризующийся покраснением и шелушением кожи, обильной секрецией сальных желёз (себорея)
- выпадение волос
- поражение ногтей
- боли в мышцах
- усталость, сонливость, де



4.LA.SU

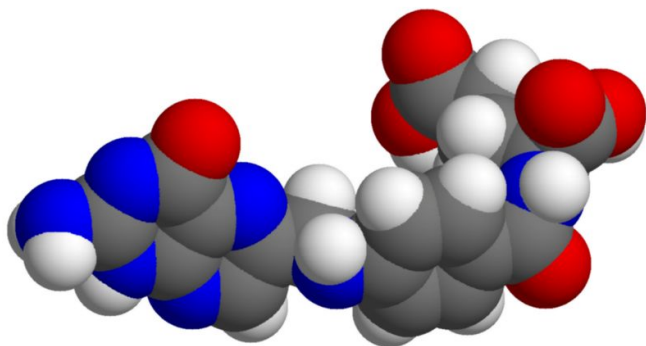
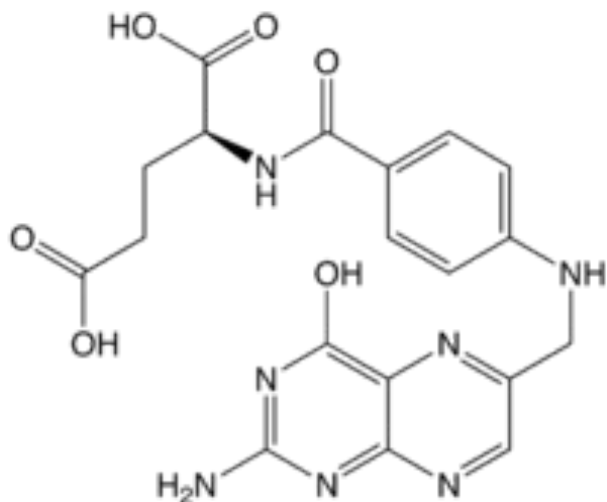
- Выполняет коферментную функцию в составе карбоксилаз: участвует в образовании активной формы  $CO_2$ .
- Используется:
  - в образовании малонил-КоА из ацетил-КоА,
  - в синтезе пуринового кольца,
  - в реакции карбоксилирования пирувата с образованием оксалоацетата.



© 2010 Sp. Ltd. SU



# B<sub>9</sub> (фолиевая кислота)



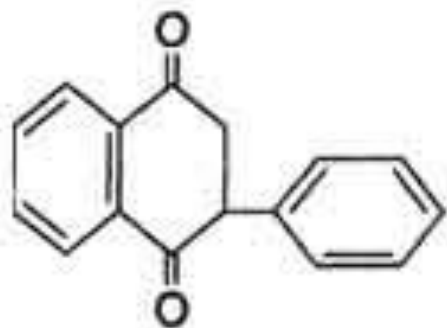
Суточная потребность – 50-200 мкг

- Служит субстратом для синтеза коферментов, участвующих в реакциях переноса одноуглеродных радикалов различной степени окисленности: метальных, оксиметильных, формильных и других.
  - Коферменты участвуют в синтезе пуриновых нуклеотидов, в обмене глицина и серина
- **Недостаточность** – нарушение кроветворения и связанные с этим различные формы малокровия (макроцитарная анемия), лейкопения и задержка роста. При гиповитаминозе фолиевой кислоты наблюдают нарушения регенерации эпителия, особенно в ЖКТ,





# Р (биофлаваноиды)



Флаванон



- **Недостаточность** - повышенная кровоточивость дёсен и точечные подкожные кровоизлияния, общая слабость, быстрая утомляемость и боли в конечностях.

- Стабилизация межклеточного матрикса соединительной ткани и уменьшение проницаемости капилляров.
- Многие представители группы витамина Р обладают гипотензивным действием.

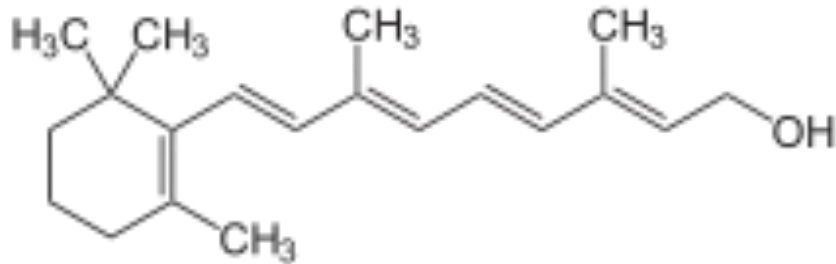






# А (ретинол)

- Антиоксидант, участвует в окислительно-восстановительных реакциях.
- Регулирует рост и дифференцировку клеток, репродукцию и эмбриональное развитие; участвует в фотохимических основах акта зрения.
- Активирует включение сульфатов в протеогликаны и гепарины
- Способствует синтезу миелина
- Необходим для синтеза стероидных гормонов
- Необходим для нормального митоза, поддерживает деление иммунокомпетентных клеток



- **Недостаточность** - нарушение сумеречного зрения (гемералопия, или "куриная" слепота), поражение глазного яблока – ксерофтальмия (развитие сухости роговой оболочки глаза, закупорка слёзного канала в связи с ороговением эпителия, развитие конъюнктивита, отёка, изъязвления и размягчение роговой оболочки - кера-томалаяции).

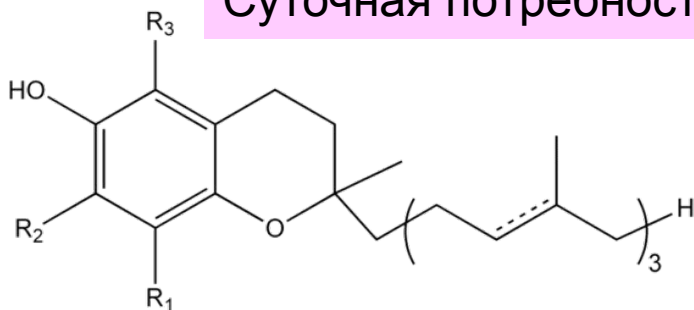
Суточная потребность – 1-2,5 мг

# Vitamin E



## E (токоферол)

Суточная потребность – 5 мг



$\alpha$ -tocopherol,  $R_1 = R_2 = R_3 = \text{CH}_3$   
 $\alpha$ -tocotrienol,  $R_1 = R_2 = R_3 = \text{CH}_3$

$\gamma$ -tocopherol,  $R_1 = R_2 = \text{CH}_3$   $R_3 = \text{H}$   
 $\gamma$ -tocotrienol,  $R_1 = R_2 = \text{CH}_3$   $R_3 = \text{H}$

$\beta$ -tocopherol,  $R_1 = R_3 = \text{CH}_3$ ;  $R_2 = \text{H}$   
 $\beta$ -tocotrienol,  $R_1 = R_3 = \text{CH}_3$ ;  $R_2 = \text{H}$

$\delta$ -tocopherol,  $R_1 = R_2 = R_3 = \text{H}$   
 $\delta$ -tocotrienol,  $R_1 = R_2 = R_3 = \text{H}$

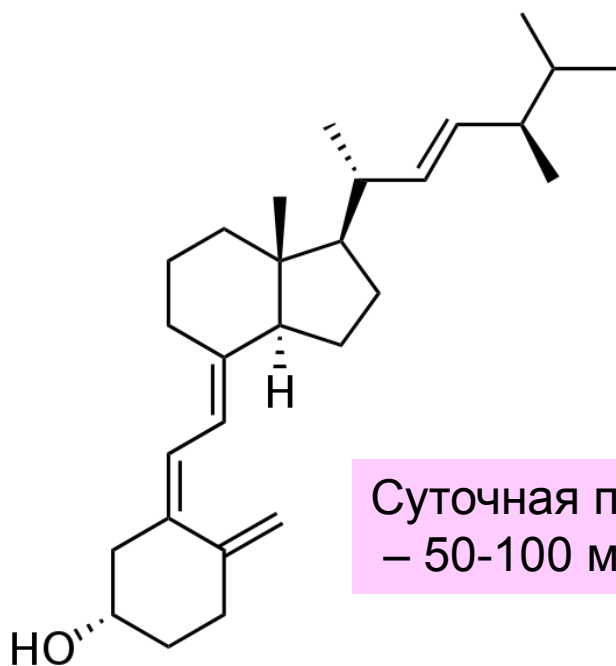
- Антиоксидант, ингибирует свободнорадикальные реакции в клетках и препятствует развитию цепных реакций перекисного окисления ненасыщенных жирных кислот в липидах биологических мембран и других молекул, повышает биологическую активность витамина А, защищая от окисления ненасыщенную боковую цепь.
- Стимулирует синтез гема, коллагена, соединительных белков, плаценты.

**Недостаточность** - нарушение процесса оплодотворения, при повторяющихся произвольных абортах, некоторые формы мышечной слабости и дистрофии, развитие гемолитической анемии.



# D<sub>2</sub> (эргокальциферол)

- Усиливает всасывание Ca и P из кишечника
- Усиливает реабсорбцию Ca и P почками.
- Усиливает минерализацию молодой кости.
- Стимулирует остеокласты
- Препятствует росту раковых клеток, отвечают за нормальный рост и развитие костей, предотвращают развитие остеопороза, артрита и рахита, снижают вероятность возникновения атеросклероза и диабета.



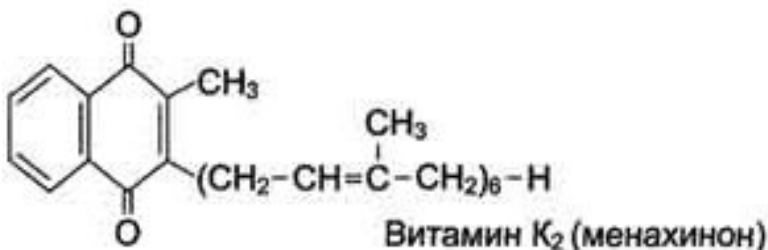
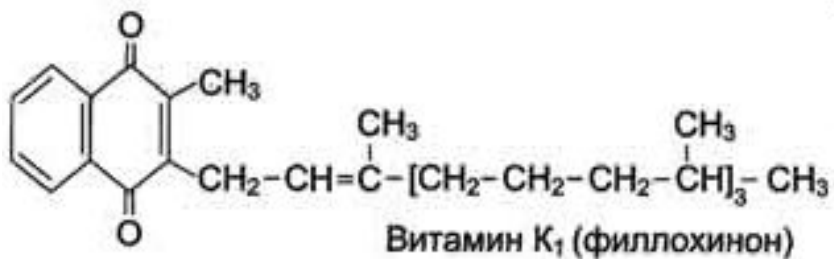
Суточная потребность  
– 50-100 мг

- При недостатке витамина D у детей развивается заболевание рахит - деформация скелета с характерными изменениями костей (X- или о-образная форма ног, "чётки" на рёбрах, деформация костей черепа, задержка прорезывания зубов).



# К (филлохинон)

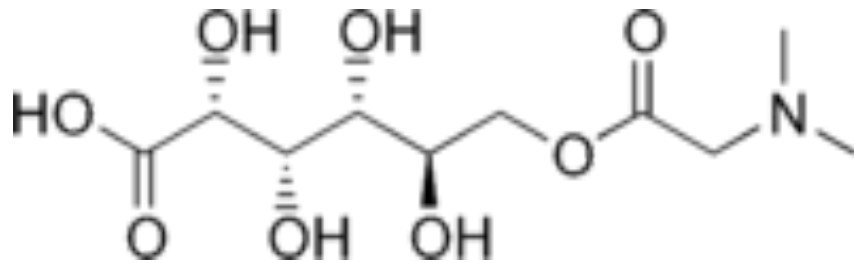
Суточная потребность – 1-2 мг



Недостаточность - сильное кровотечение, часто приводящее к шоку и гибели организма.

- Участвует в процессе свёртывания крови - в активации факторов свёртывания крови (протромбина (фактор II), проконвертина (фактор VII), фактора Кристмаса (фактор IX) и фактора Стюарта (фактор X)). Один из этапов активации факторов - их карбоксилирование по остаткам глутаминовой кислоты с образованием у-карбоксиглутаминовой кислоты, необходимой для связывания ионов кальция. Витамин К участвует в реакциях карбоксилирования в качестве кофермента.

# $V_{15}$ (пангамовая кислота)

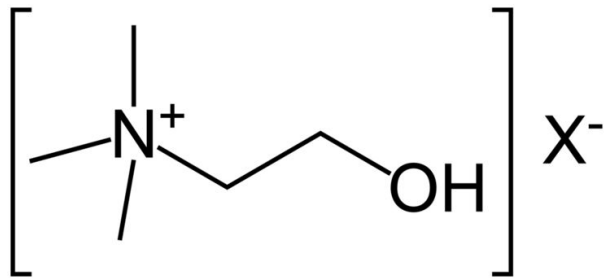


- Антитиреотоксическое действие
- Участвует в синтезе фолиевой кислоты.
- Активирует процесс переноса кислорода
- Участвует в реакциях метилирования



# B<sub>4</sub> (холин)

- Необходим для синтеза нейромедиатора - ацетилхолина. Холин является важным веществом для нервной системы и улучшает память.
- Входит в состав фосфолипидов (лецитина, сфингомиелина).
- Участвует в синтезе метионина, где является поставщиком метильных групп.
- Влияет на углеводный обмен, регулируя уровень инсулина в организме.
- Холин является гепатопротектором и липотропным веществом. В комплексе с лецитином способствует транспорту и обмену жиров в печени.

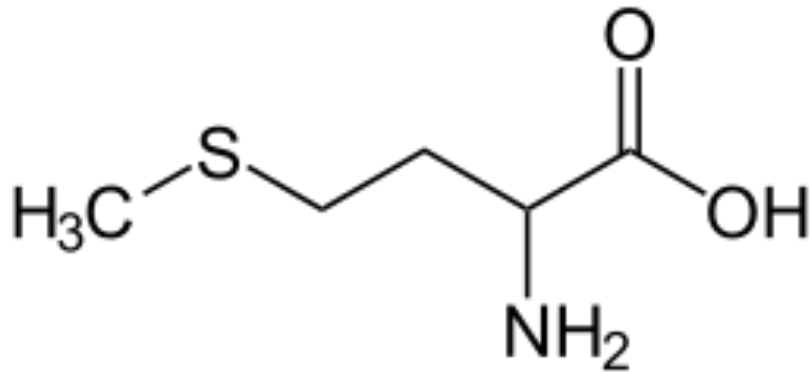


Недостаточность - отложение жира в печени, поражение почек и кровотечения

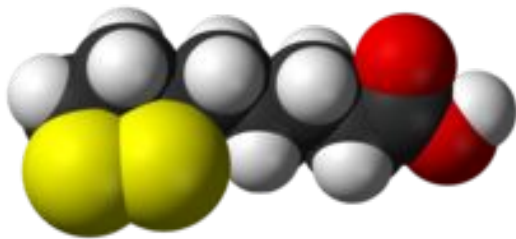
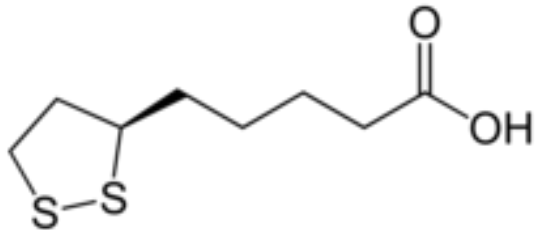
# U (s-метилметионин , противоязвенный фактор)



- Обеспечивает целостность слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки:
  - нейтрализует гистамин
  - нормализует кислотность желудочного сока, кишечника и желчного пузыря



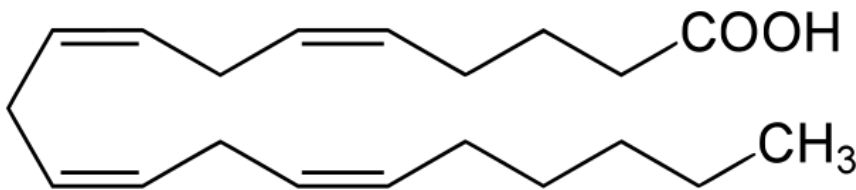
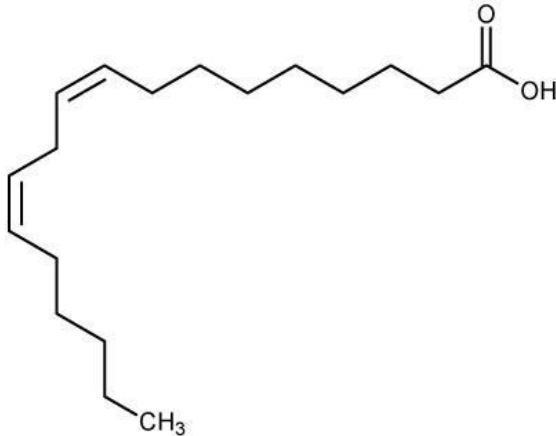
# N (тиктоевая кислота - альфа-липоевая кислота )



- Эндогенный антиоксидант.
- В качестве кофермента митохондриальных мультиферментных комплексов участвует в окислительном декарбоксилировании пировиноградной кислоты и альфа-кетокислот.
- Способствует снижению концентрации глюкозы в крови и увеличению гликогена в печени.
- Участвует в регулировании липидного и углеводного обмена, стимулирует обмен холестерина, улучшает функцию печени.
- Оказывает гепатопротекторное, гиполлипидемическое, гипохолестеринемическое, гипогликемическое действие. Улучшает трофику нейронов.



# F (триглицериды жирных кислот $\omega 3$ и $\omega 6$ )



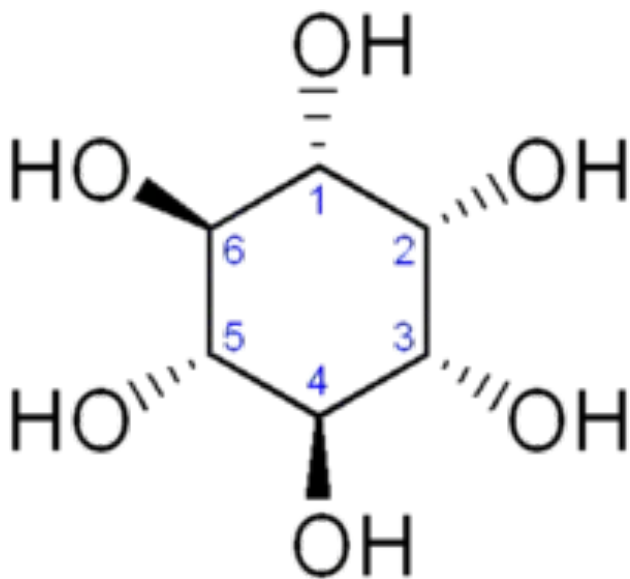
- Жирорастворимый витамин, состоит из ненасыщенных жирных кислот, получаемых из пищи. Ненасыщенный жир помогает сгоранию насыщенного жира, при приеме внутрь два к одному.
- Предупреждает отложения холестерина в артериях.
- Обеспечивает здоровое состояние кожи и волос.
- Влияет на активность желез внутренней секреции, делая кальций более доступным для клеток.
- Помогает снизить вес, сжигая насыщенные жиры.

Недостаточность – экземы, прыщи, атеросклероз, воспалительные процессы, тромбозы

Суточная потребность – 1%

# B<sub>8</sub> (инозитол)

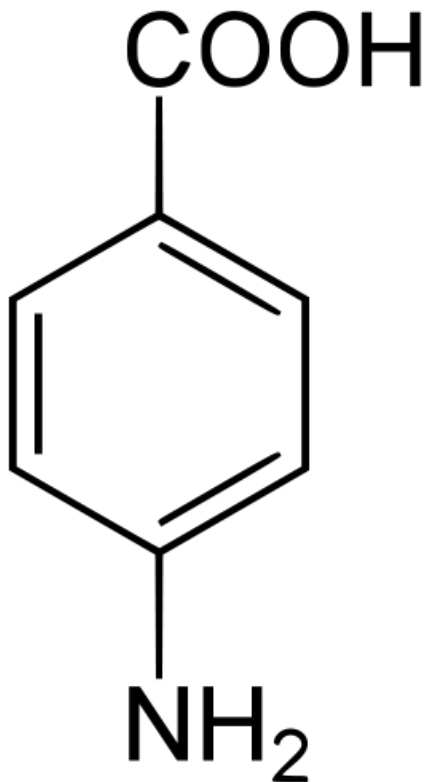
Суточная норма – 500 мг



Недостаточность - различные заболевания глаз.

- Около 3/4 суточной потребности инозитола вырабатывается организмом. Инозитол хорошо усваивается в сочетании с токоферолом.
- Мембранопротекторное, липотропное, антиатеросклеротическое, восстанавливающее структуру нервной ткани, антидепрессантное, анксиолитическое, нормализующее сон, дерматотропное действие.

# $B_{10}$ (пара-Аминобензойная кислота)

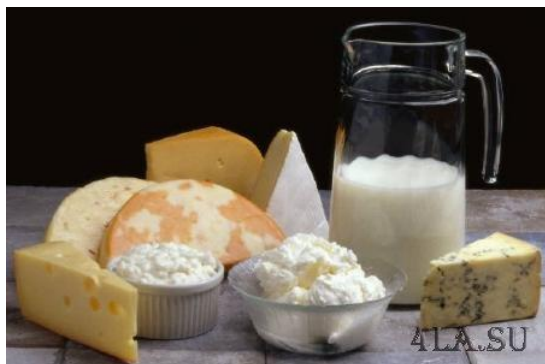
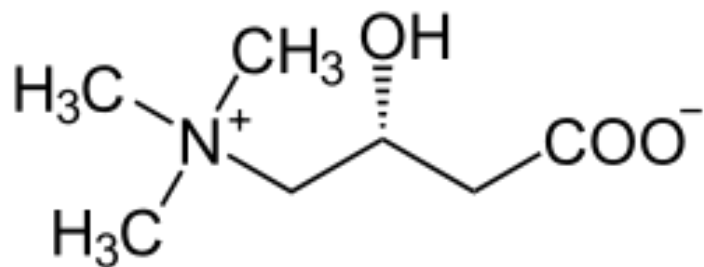


- Пара-аминобензойная кислота является «фактором роста» для многих видов бактерий – лакто- и бифидобактерий, кишечной палочки.
- Являясь составной частью фолиевой кислоты, она участвует в синтезе пуринов и пиримидинов и, следовательно, РНК и ДНК.
- Участвует в синтезе витамина фолиевой кислоты, и, как следствие, образовании эритроцитов (эритропоэзе).
- Обладает дактогенным свойством (усиливает выделение молока у кормящей женщины)
- Способствует установлению загара.

Суточная потребность – 100 мг

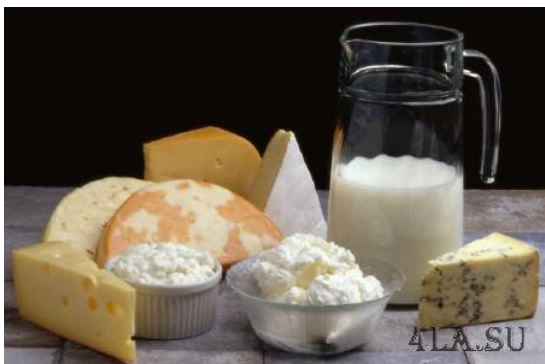


# V<sub>11</sub> (левокарнитин)

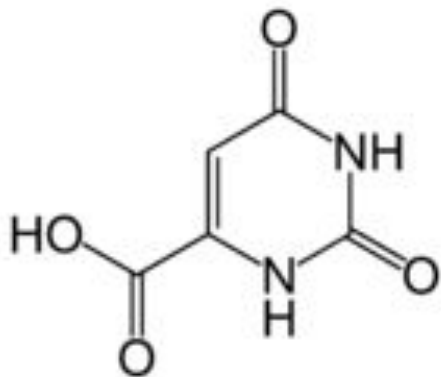


- Является кофактором метаболических процессов, обеспечивающих поддержание активности КоА.
- В медицине используется для коррекции метаболических процессов. Оказывает анаболическое, антигипоксическое и антитиреоидное действие, активирует жировой обмен, стимулирует регенерацию, повышает аппетит.
- Транспортирует длинноцепочечные ж. к. через внутреннюю мембран митохондрий и удаляет их митохондрий короткоцепочечные ж.к.
- Регулирует соотношение ацил-CoA/CoASH и поддерживает необходимый уровень свободного CoASH в клетке
- Участвует в дезинтоксикации органических кислот и ксенобиотиков
- Участвует в метаболизме фосфолипидов за счет поддержания оптимального соотношения ацил-CoA/CoASH.
- Ингибирует синтез церамидов (промоторы клеточного апоптоза) и активность каспаз (медиаторы апоптоза).

# B<sub>13</sub> (оротовая кислота)



Суточная потребность  
0,5—1,5 мг



Недостаточность —  
кожные заболевания  
(псориаз, ихтиоз, экзема,  
нейродермит).

- Принимает участие в обмене белков и фосфолипидов, превращениях фолиевой и пантотеновой кислот, метаболизме цианокобаламина, синтезе метионина.
- Является предшественником пиримидиновых оснований, участвуя в образовании пиримидиновых нуклеотидов — уридинмонофосфата и цитидинмонофосфата.
- Вовлекается в процессы:
  - утилизации глюкозы
  - Синтеза рибозы
  - создания и поддержания резервов АТФ
  - активации сокращения мышц
  - роста и развития клеток и тканей за счет синтеза РНК
  - создания резервов мышечного карнозина
- Стимулирует белковый обмен, благотворно влияя на функциональное состояние, ускоряет регенерацию печеночных клеток, снижает риск развития ожирения печени
- Способствует снижению уровня холестерина в крови
- Улучшает сокращение [миокарда](#)
- Благоприятно сказывается на репродуктивной функции и процессах роста

# Антивитамины

- **Антивитамины** (греч. *ἀντί* — против, лат. *vita* — жизнь) — группа органических соединений, подавляющих биологическую активность витаминов.
- Это соединения, близкие к витаминам по химическому строению, но обладающие противоположным биологическим действием.
- При попадании в организм антивитамины включаются вместо витаминов в реакции обмена веществ и тормозят или нарушают их нормальное течение. Это ведёт к витаминной недостаточности даже в тех случаях, когда соответствующий витамин поступает с пищей в достаточном количестве или образуется в самом организме.
- Антивитамины известны почти для всех витаминов. Например, антивитамином витамина В1 (тиамина) является пиритиамин, вызывающий явления полиневрита.