

ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России
Кафедра биохимии

Дисциплина: Биохимия

ЛЕКЦИЯ № 26

Биохимия витаминов 2

Лектор: Гаврилов И.В.
Факультет: лечебно-профилактический,
Курс: 2

Екатеринбург, 2016г

Антиоксиданты

- Витамин С (аскорбиновая кислота)
- Витамин Е (токоферол);
- Витамин А (ретинол);
- Каротин

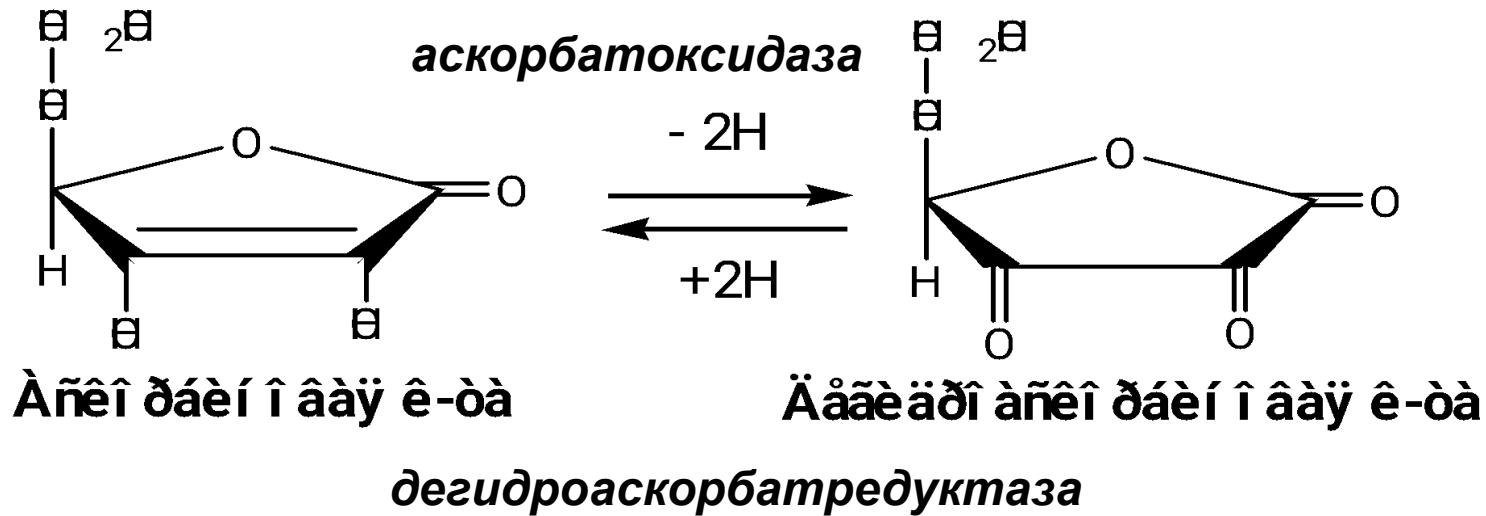
Жирорастворимые витамины

- Витамин А (ретинол);
- Витамин D (холекальциферол);
- Витамин Е (токоферол);
- Витамин К (филлохинон).

АНТИОКСИДАНТЫ –СОЕДИНЕНИЯ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ ОКИСЛЕНИЮ ВЕЩЕСТВ

ВИТАМИН С (АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА)

Белые кристаллический порошок, кислый, хорошо растворим в воде, спирте



в 1928 г был выделен,

в 1932 г. доказана связь с цингой

Всасывание: в кишечнике;

Транспорт: в свободном виде;

Активация: не требуется, находится в активной форме

Выведение: с мочой

Потребность в витамине С

- Аскорбат является витамином для человека, обезьян, морских свинок и некоторых птиц.
- Суточная потребность взрослого человека – 60 -70 мг/сут.
- У детей 0-5 лет – 30 мг/сут., до 14 лет – 45 мг/сут.
- При интенсивной физической работе, гипертермии, заболеваниях, курении, экстремальных состояниях суточная потребность возрастает в 2-3 раза
- Избыток вит. С через 4 часа полностью выводится из организма.

Содержание витамина С в пищевых продуктах

Продукт	мг в 100 г продукта
Шиповник	1200 (!) – горячая водная экстракция
Гуайява	230
Черная смородина	200
Петрушка (свежая)	190
Зеленый перец (сырой)	120
Клубника (земляника)	77
Капуста	71
Кресс-салат (свежий)	62
Брюссельская капуста	60



Консервант: E300-E305

• Лимон	58
• Апельсин	54
• Капуста брокколи	44
• Томатное пюре	38
• Грейпфрут	36
• Рябина	30
• Цветная капуста	27
• Краснокачанная капуста	20
• Печеный картофель (в мундире)	14
• Бананы	11
• Яблоки	6
• Вареный (жареный) картофель	0

АК вместе с ДАК образует в клетках окислительно-восстановительную пару, участвует в:

1. синтезе коллагена (реакциях гидроксилирования Про и Лиз);
2. синтезе серотонина (из триптофана)
3. катаболизме тирозина: синтезе норадреналина (из дофамина);
4. синтезе кортикостероидных гормонов;
5. во всасывании железа ($\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ в кишечнике);
6. активации фолиевой кислоты;
7. антиоксидантных реакциях:
 - восстанавливает витамин Е в мембранах
 - инактивирует активные формы кислорода $\text{O}_2^{\cdot-}$, H_2O_2 , HO^{\cdot} .

Гиповитаминоз С - Цинга

- 70% населения уральского региона
- Максимальные проявления – весенний период
- Причина – низкое содержание в пищевых продуктах, неправильное их хранение и термическая обработка
- Проявления: слабость, утомляемость, кровоточивость десен и слизистых, иммунодефицит, бледность и сухость кожи и волос, снижение регенерации, ослабление мышечного мышечного тонуса, ревматоидные боли



Препараты витамина С

- Профилактическая доза 50 мг
- Лечебная доза – до 500 мг.
- Мегавитаминная доза 1000 мг
- По Поллингу – до 10 г/сутки.

ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ

ХИМИЧЕСКОЕ НАЗВ.

ТРИВИАЛЬНОЕ НАЗВАНИЕ

Витамин А (ретинол)

антиксерофтальмический

Витамин D (кальциферол)

антирахитический

Витамин E (токотриенол)

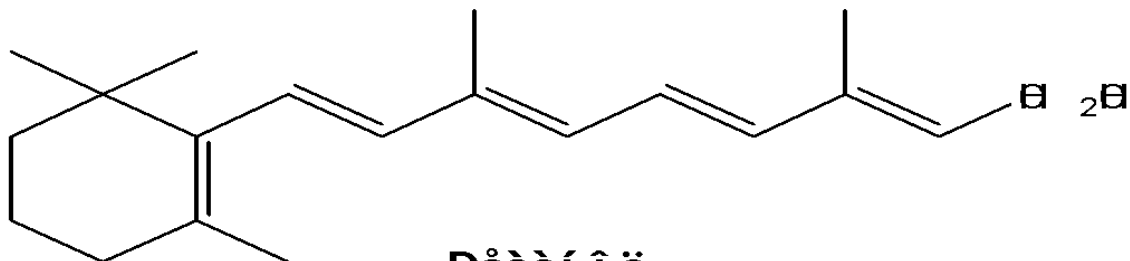
антистерильный

Витамин K (филлохинон)

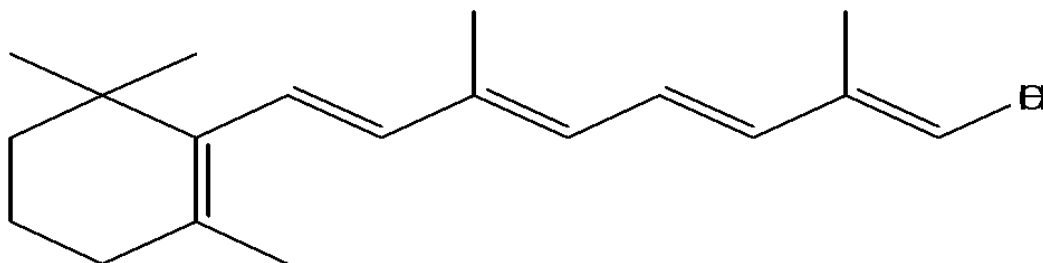
антигеморрагический

ВИТАМИН А

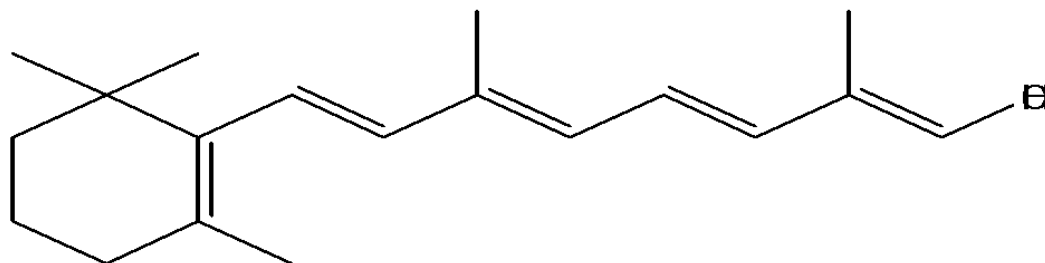
Витамин А представлен 3 веществами: **ретинолом** (циклический, ненасыщенный, одноатомный спирт), **ретиналом** и **ретиновой кислотой**.



Ретинол



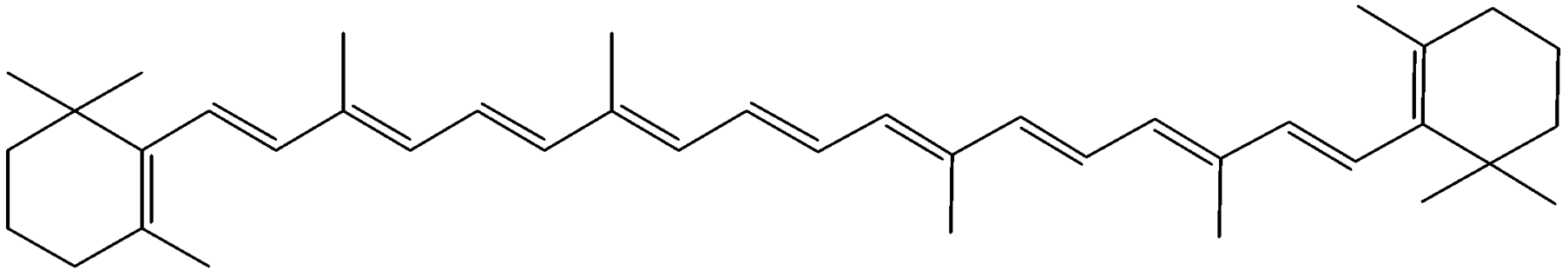
Ретинал



Ретиновая кислота

У витаминов А есть предшественники — **каротиноиды (провитамин А)**.

Самый известный из них **β -каротин**:



â-Ê àđî òèí

Содержание провитамина А (бета-каротина) в пищевых продуктах

Продукт	МКГ в 100 г
Морковь	4425
Петрушка (свежая)	4040
Шпинат	3840
Кресс-салат (свежий)	2520
Весенняя зелень	2270
Дыни	1000
Помидоры	604
Спаржа	530
Капуста брокколи	475
Абрикосы	405
Персики	58

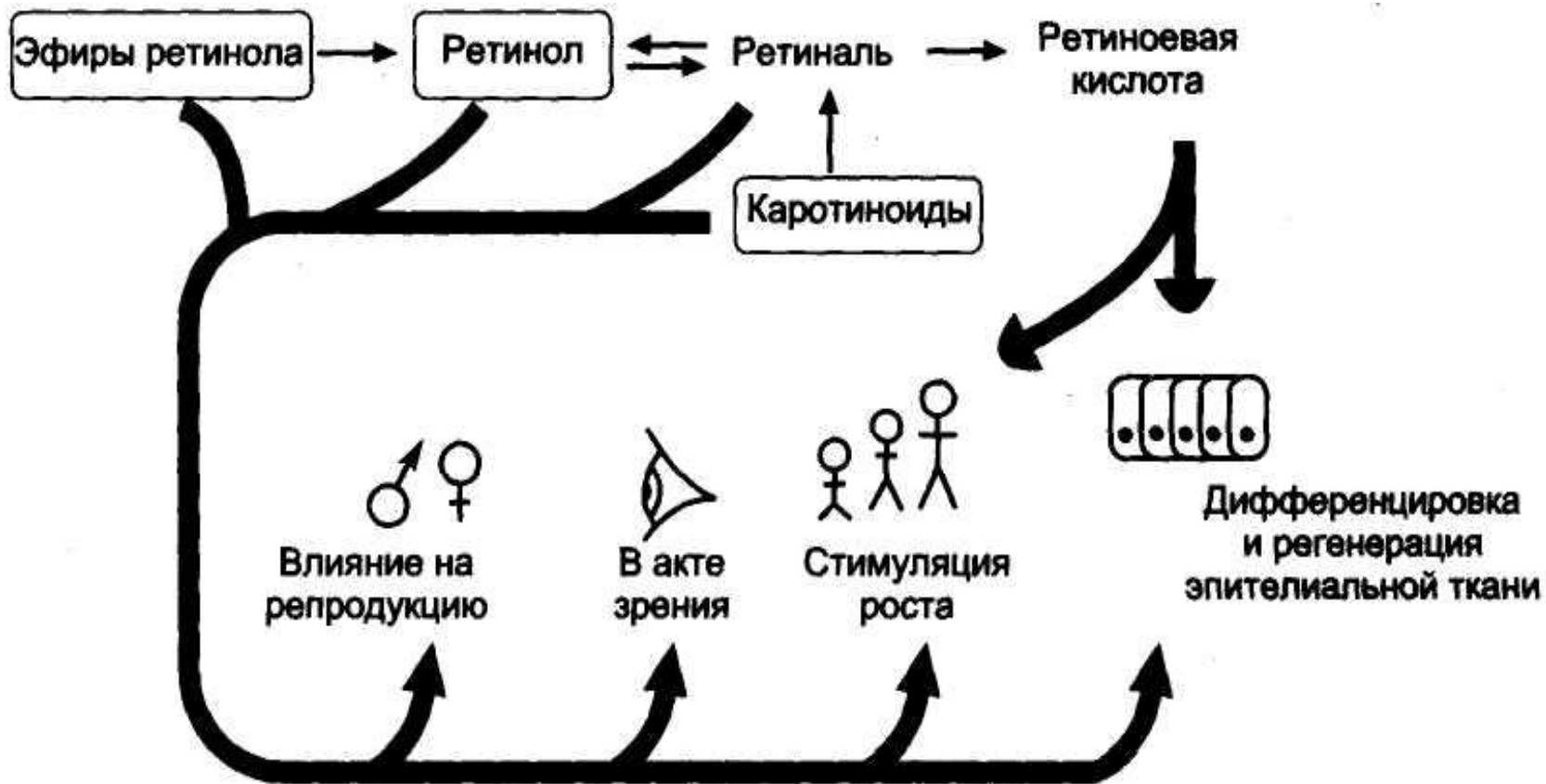
Всасывание: в кишечнике;

Транспорт: в свободном виде;

Активация:

в слизистой оболочке кишечника и печени каротиноиды под действием ***каротиндиоксигеназы*** превращаются в ретинол, который потом окисляется в ретиналь и ретиноевую кислоту.

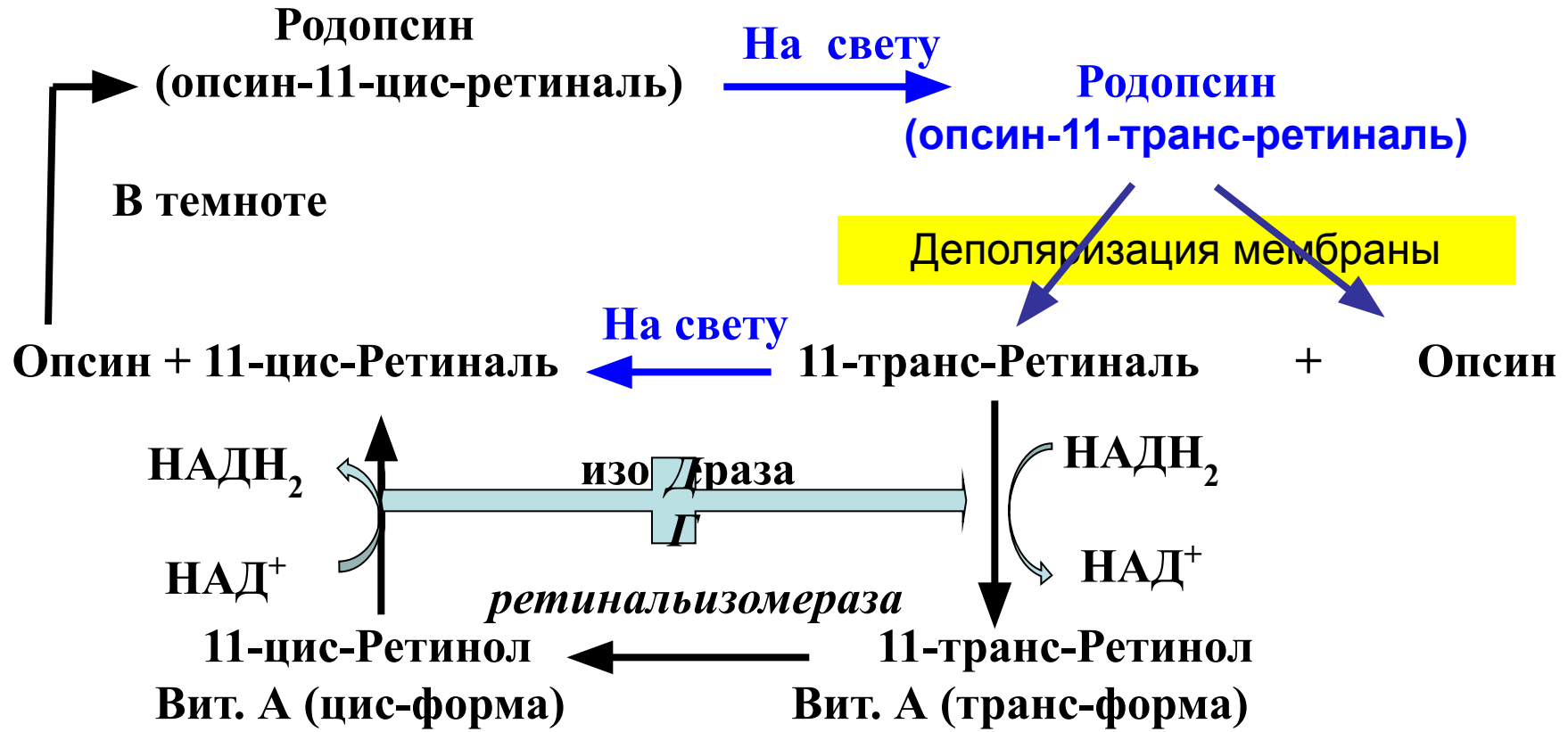
Физиологические эффекты: действие ретиноидов в организме (вещества в рамках — компоненты пищи)



Стадии зрительного процесса на сетчатке глаза

- в мембране светочувствительных клеток сетчатки 11-цис-ретиналь в темноте соединяется с белком опсином, образуя родопсин;
- в родопсине под действием кванта света 11-цис-ретиналь фотоизомеризуется в транс-ретиналь;
- родопсин распадается на транс-ретиналь и опсин, что приводит к деполяризации мембраны и возникновению нервного импульса, распространяющегося по нервному волокну;
- транс-ретиналь при участии ретинальизомеразы превращается в 11-цис-ретиналь. Реакция идет через стадии:
- транс-ретиналь → транс-ретинол → цис-ретинол → цис-ретиналь.

ЦИКЛ ПРЕВРАЩЕНИЙ РОДОПСИНА В СЕТЧАТКЕ ГЛАЗА



Ретиноевая кислота

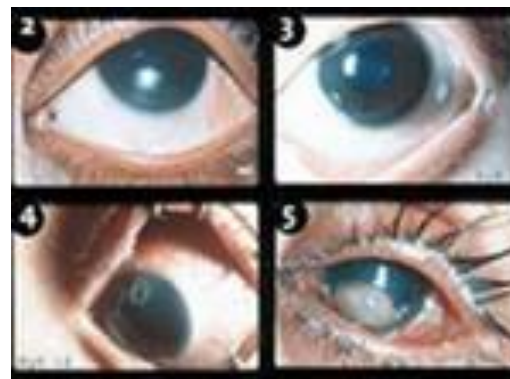
- 1. действует подобно стероидным гормонам:**
- 2. взаимодействует с ядерными рецепторами**
- 3. в ядре клеток-мишеней, стимулирует транскрипцию генов и биосинтез различных белков (ферментов, регуляторных, структурных белков)**
- 4. влияет на рост и дифференцировку клеток;**
- 5. стимулирует эмбриональное развитие и рост организма;**
- 6. обеспечивает его репродуктивную функцию**
- 7. способствует выработке половых гормонов;**

Витамин А

1. повышает иммунитет;
2. антиоксидант, способствует инактивации свободных радикалов;
3. необходим для предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний;
4. может впитываться в ткани кожи и стимулировать выделение секрета (слизи), предотвращающего рубцевание;
5. необходим для баланса сахара в крови.

ГИПОВИТАМИНОЗ А

- куриная слепота у взрослых ;
- ксерофтальмия (сухость оболочек глаза);
- кератомалация (распад роговицы);



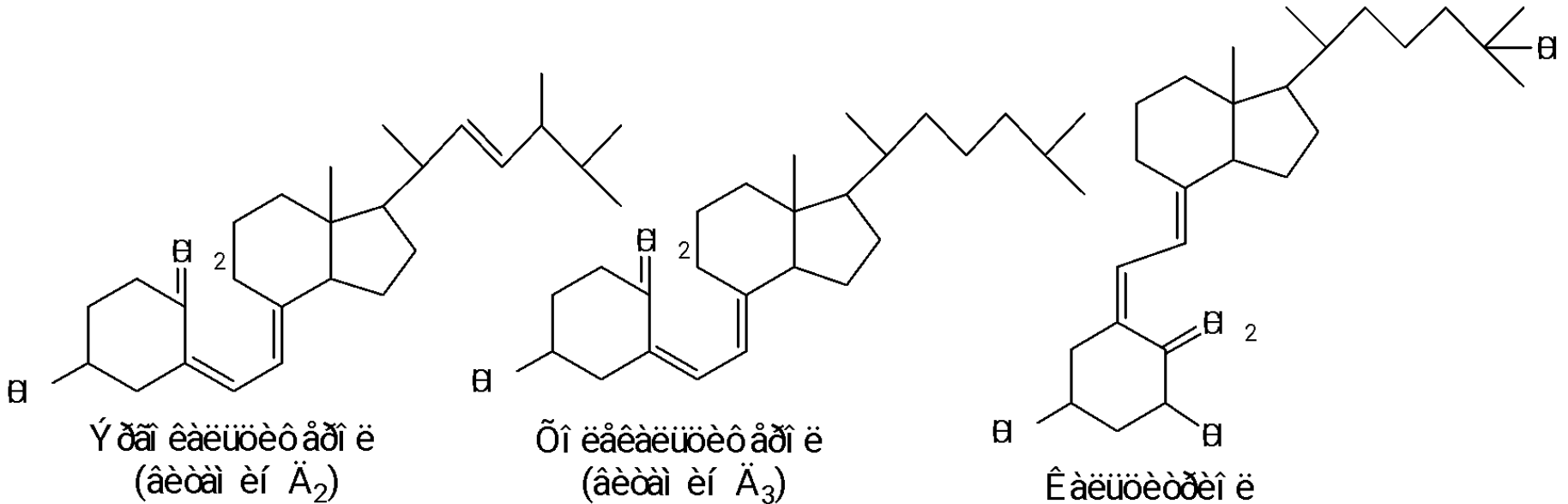
ГИПЕРВИТАМИНОЗ А:

- кахексия;
- выпадение волос;
- головные боли;
- потеря аппетита;



ВИТАМИН D (КАЛЬЦИФЕРОЛ)

Витамин D представлен **кальциферолами** (производным стерина): **эргокальциферолом (D2)**, **холекальциферолом (D3)** и **кальцитриолом (1,25(OH)₂D3)**.



Витамин D (содержание в продуктах, мкг/г)

жир печени скумбрии	1500
жир печени карпа	250
жир печени камбалы	50-100
печень трески	1,5
яйцо куриное	0,013-0,05
молоко	0,001
белые грибы	0,088
Шампиньоны	0,02-0,063

Эргокальциферол поступает в организм человека только с растительной пищей. Основные источники эргокальциферола — хлеб и молоко. В растениях эргокальциферол образуется из **эргостерина** под действием УФ-лучей.

Холекальциферол образуется в коже человека под действием УФ-лучей (длина 290-315нм) из 7-дегидрохолестерина (провитамин D3) и поступает с пищей животного происхождения. Особенно его много в сливочном масле, желтке яиц, рыбьем жире.

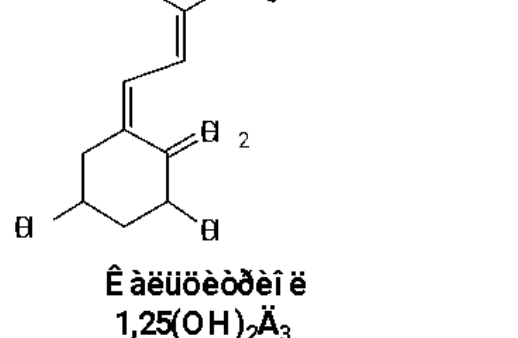
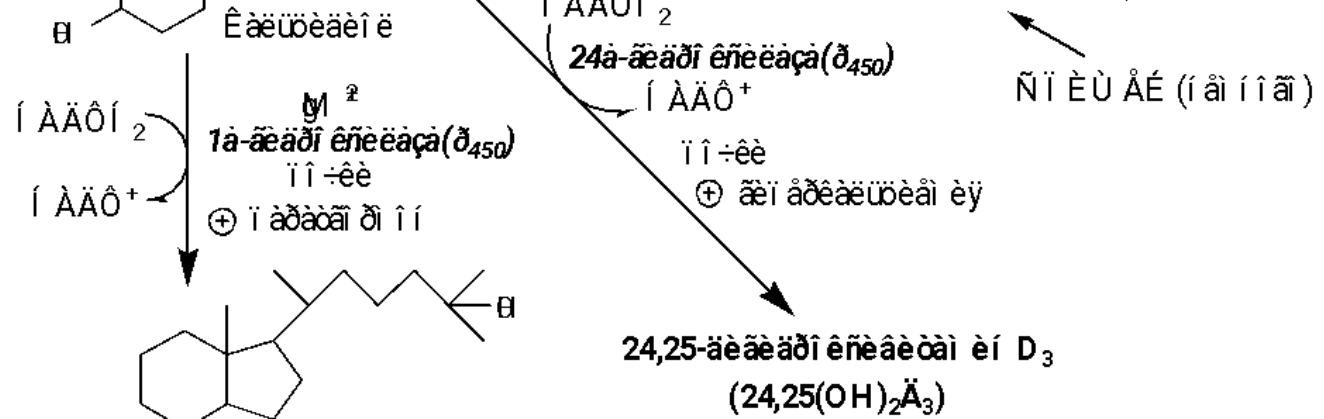
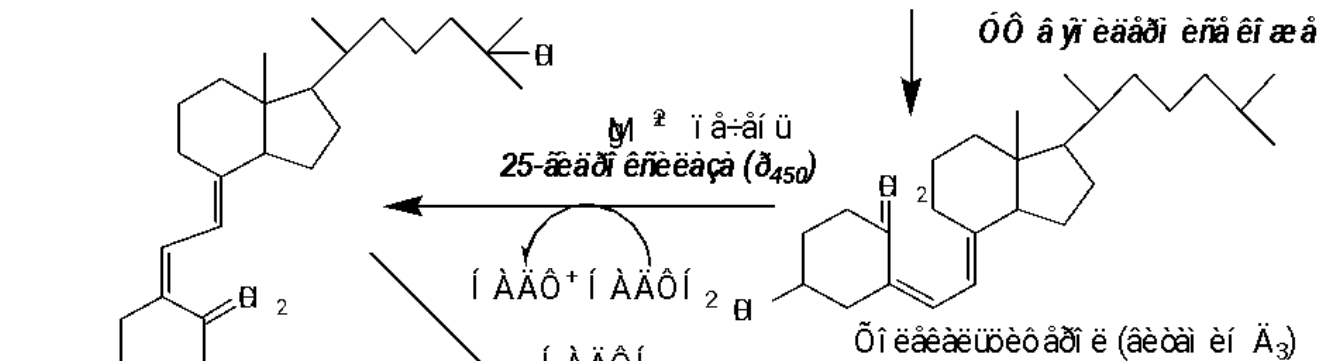
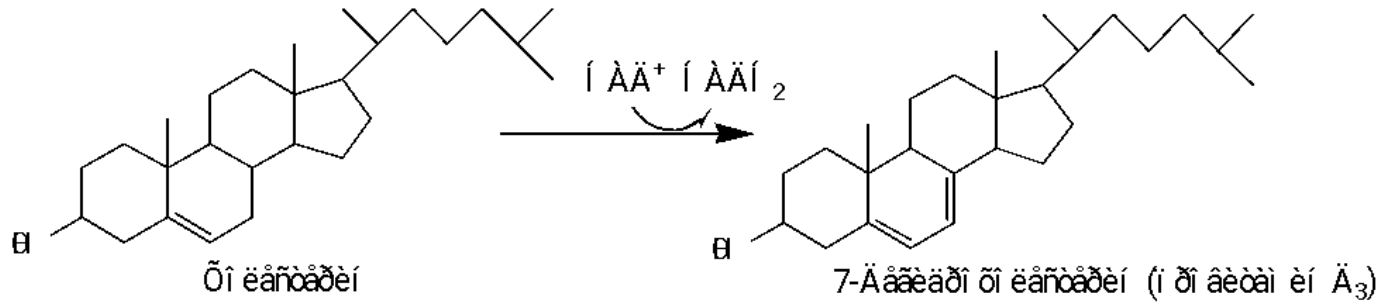
Гормонально-активной формой витамина D является **кальцитриол**.

Всасывание: в кишечнике и из кожи в кровь;

в слизистой оболочке тонкого кишечника в процессе всасывания витамина D под действием эстеразы холестерина **образуются эфиры витамина D:** пальмитат, стеарат, олеат и линолеат.

Под действием сульфокиназы холестерина (много в грудном молоке) витамин D превращается в **сульфат витамина D** - он обладает такой же биологической активностью свободного витамина, но менее токсичен.

Транспорт: витамин-D-связывающим белок переносит все виды витамина D с кровью



Синтез / активация кальцитриола

Биохимические эффекты витамина Д:

Кальциферолы выполняют в организме гормональную функцию.

- Рецепторы к акт.формам вит. Д обнаружены в тонкой кишке, костях, почках, поджелудочной железе, скелетных мышцах, гладких мышцах сосудов, клетках костного мозга и лимфоцитах.
- в клетках кишечника индуцирует синтез Ca^{2+} -переносящих белков, которые обеспечивают всасывание Ca^{2+} , Mg^{2+} и фосфатов;
- в дистальных канальцах почек стимулирует реабсорбцию Ca^{2+} , Mg^{2+} и фосфатов;
- при низком уровне Ca^{2+} увеличивает количество и активность остеокластов, что стимулирует остеолиз;
- D3 участвует в перестройке кости.
- подавляет секрецию парат-гормона;

Инактивация витамина D происходит в:

- 1)печени,
- 2)костной ткани,
- 3)стенке кишечника,
- 4)почках,
- 5)крови.

Экскреция

осуществляется с желчью, калом и мочой в виде продуктов, лишённых антирахитической активности.

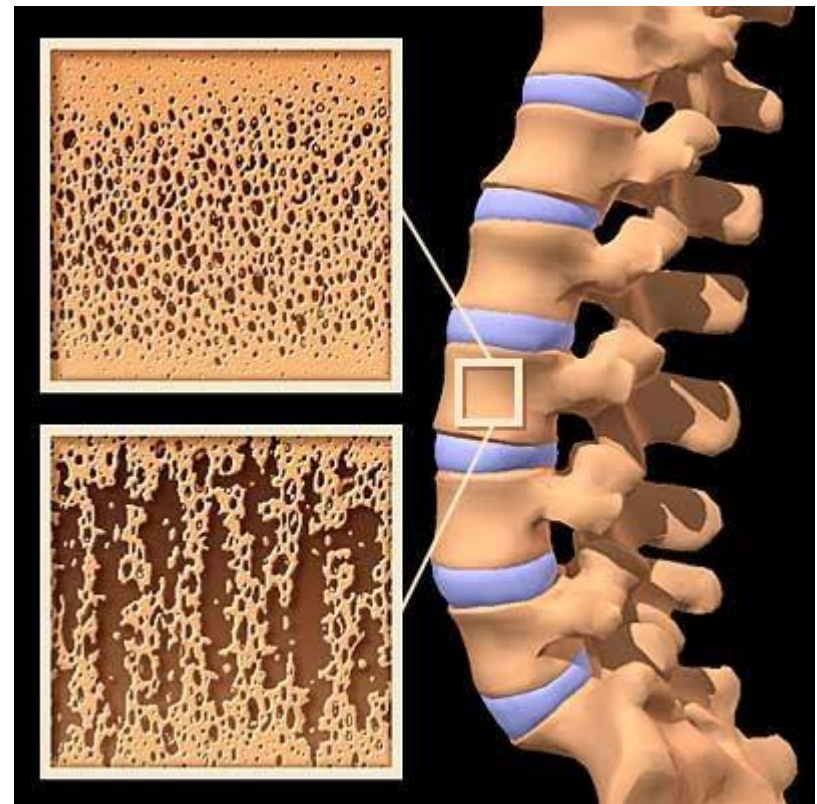
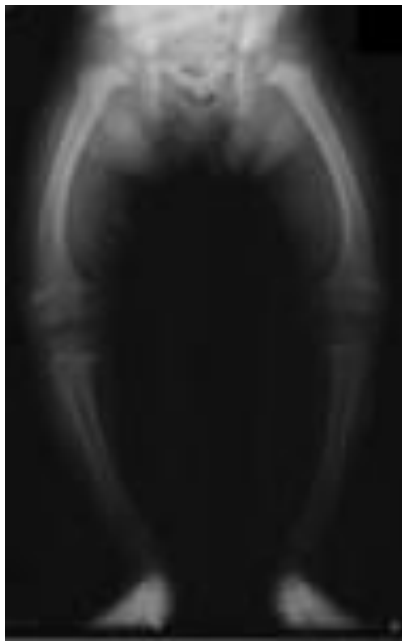
Сильная пигментация тормозит фотохимическое образование витамина D, поскольку пигмент поглощает УФ лучи, не пропуская их к более глубоким слоям, где происходит образование витамина D.

Белый цвет кожи у северных рас является адаптацией, обеспечивающей образование витамина D в условиях недостаточной инсоляции

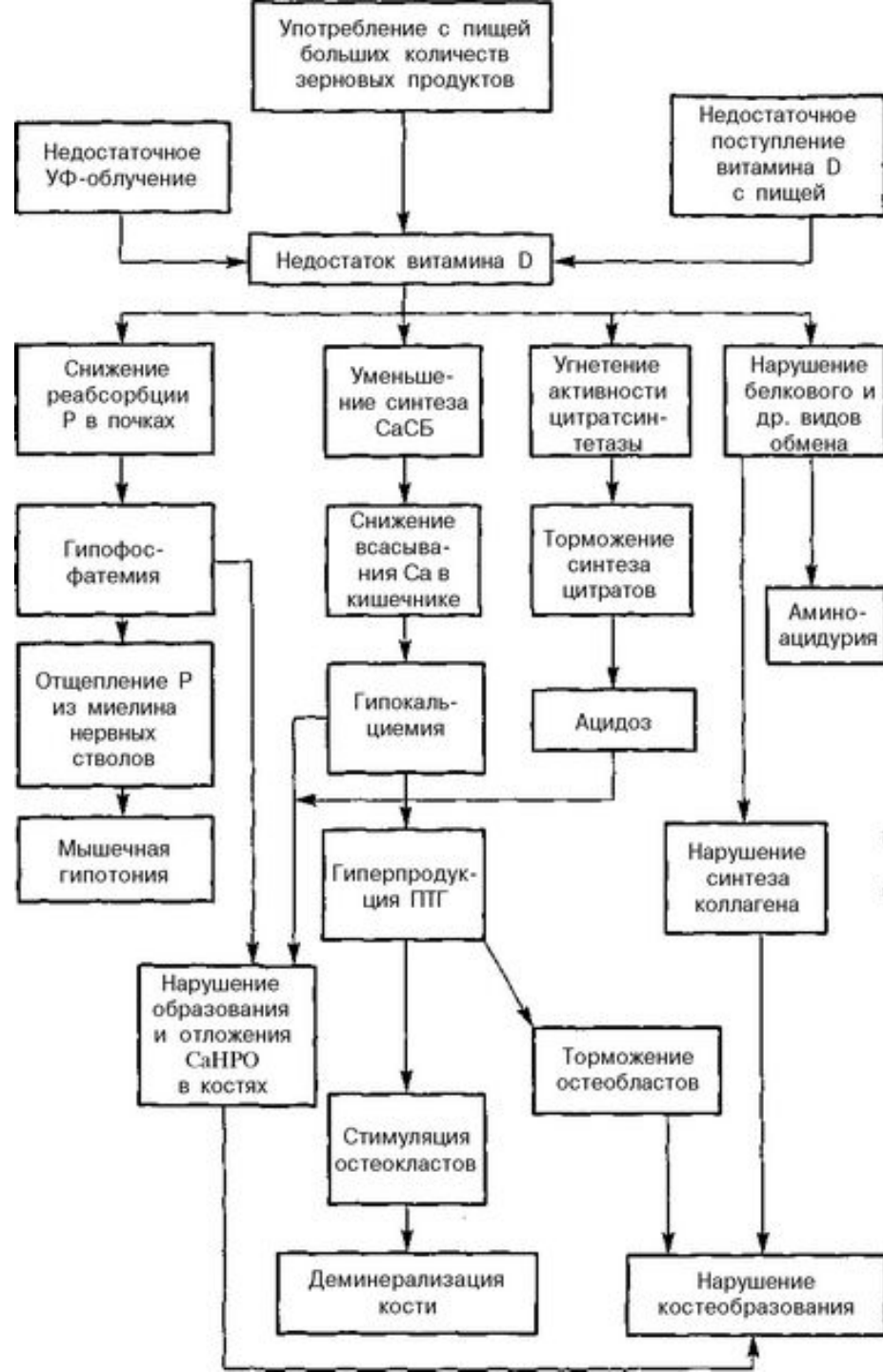
Чёрная кожа у экваториальных народов служит приспособлением против чрезмерного образования витамина D, способного оказать токсическое действие. Умеренный цвет кожи у красной и жёлтой рас является переходным и соответствует уровню инсоляции в этих зонах обитания.

ГИПОВИТАМИНОЗ Д:

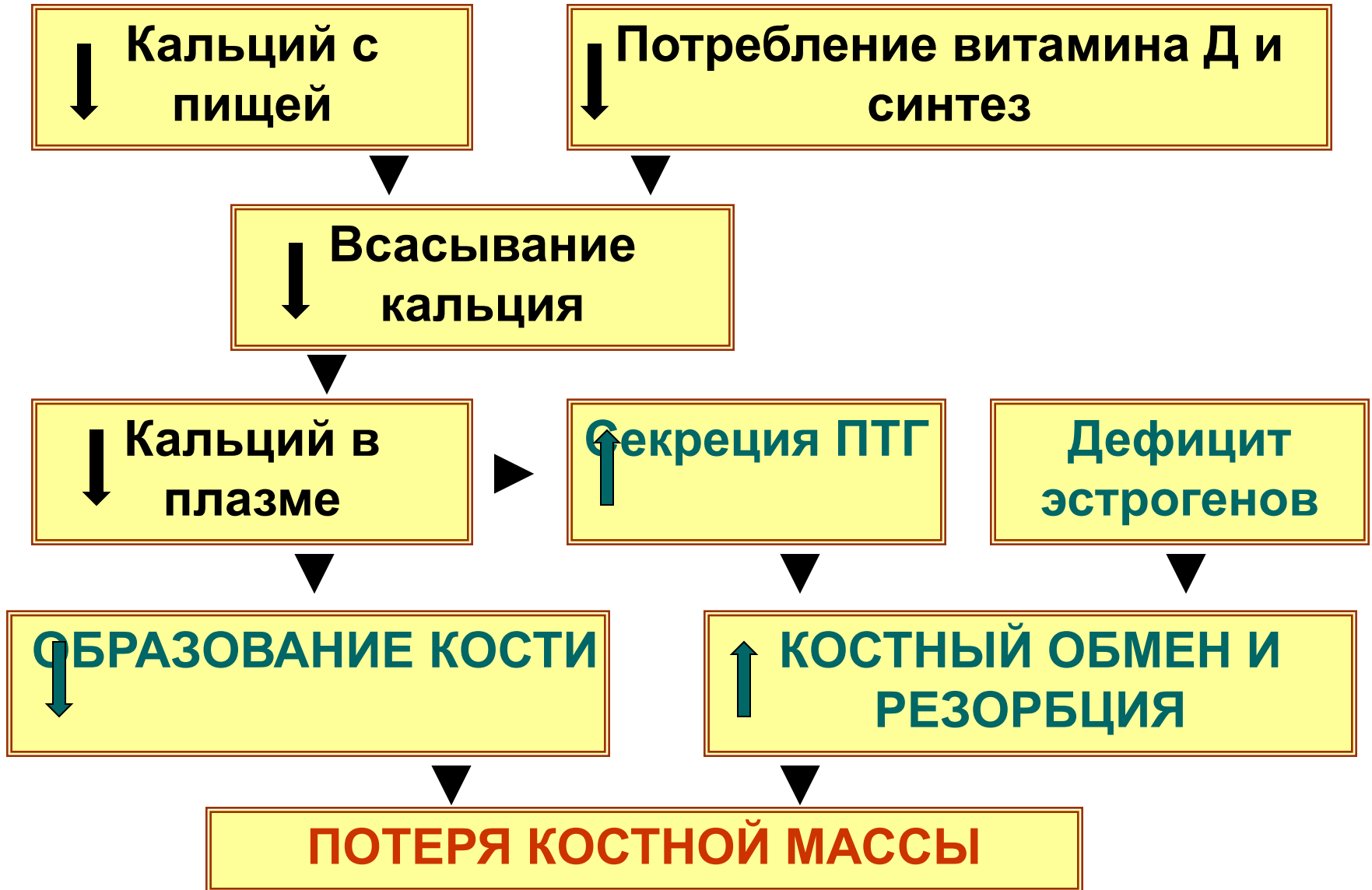
1. рахит у детей (искривление ног);
2. остеопороз у взрослых (усиливается вымывание Ca^{2+} из организма- патологические переломы)
3. при беременности (у ребенка поздно развиваются зубы, нарушается костеобразование, наблюдаются головные боли);



Патогенез рахита

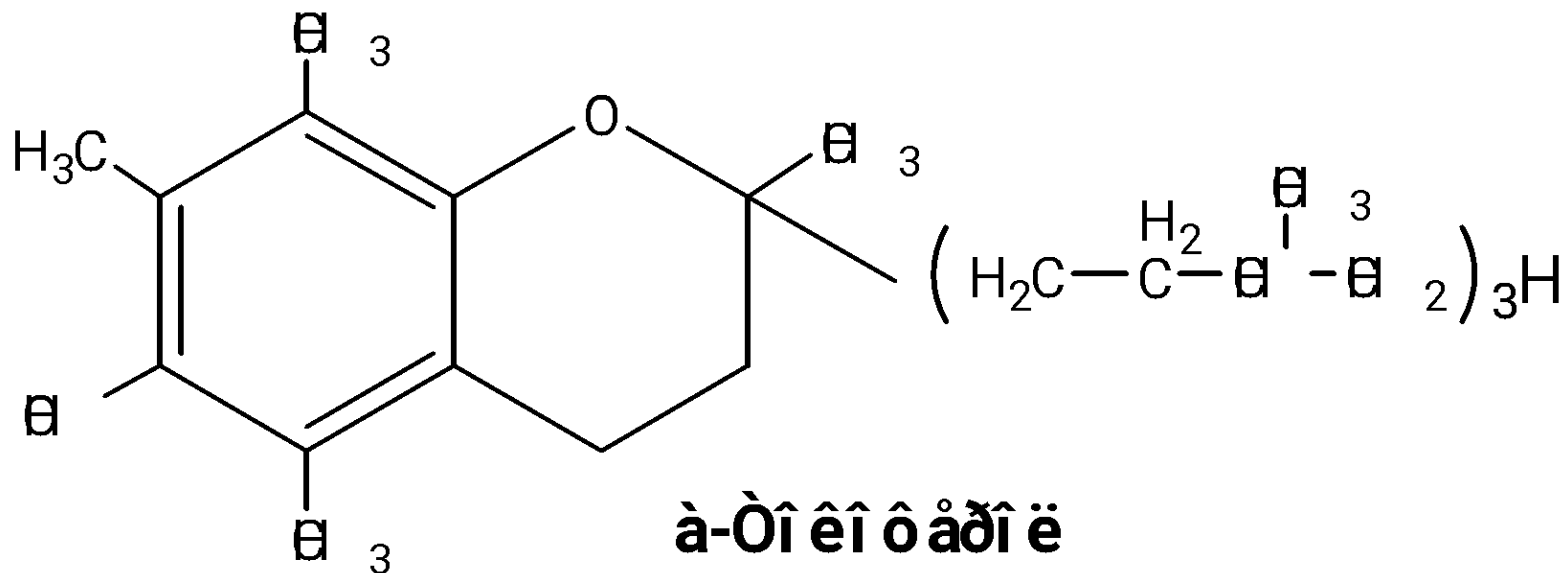


Возрастная потеря кальция



ВИТАМИН Е (ТОКОФЕРОЛ)

Структура. Термин "витамин Е" включает 8 форм метильных производных *токола*: α , β , γ и дельта *токоферолы* и α , β , γ и дельта *токотриенолы*. Наибольшую биологическую активность проявляет α -токоферол:



Содержание витамина Е в пищевых продуктах

Продукт	мг в 100 г
Масло из пшеничных зародышей*	136
Подсолнечное масло*	49
Семечки подсолнуха	38
Миндаль	24
Проростки пшеницы	20
Рыбий жир	20
Арахисовое масло	15
Томатное пюре	5,3
Оливковое (прованское) масло	5,1
Яичный желток	3,1
Картофельные хлопья	3,1

Минимальная суточная потребность в Витамине Е

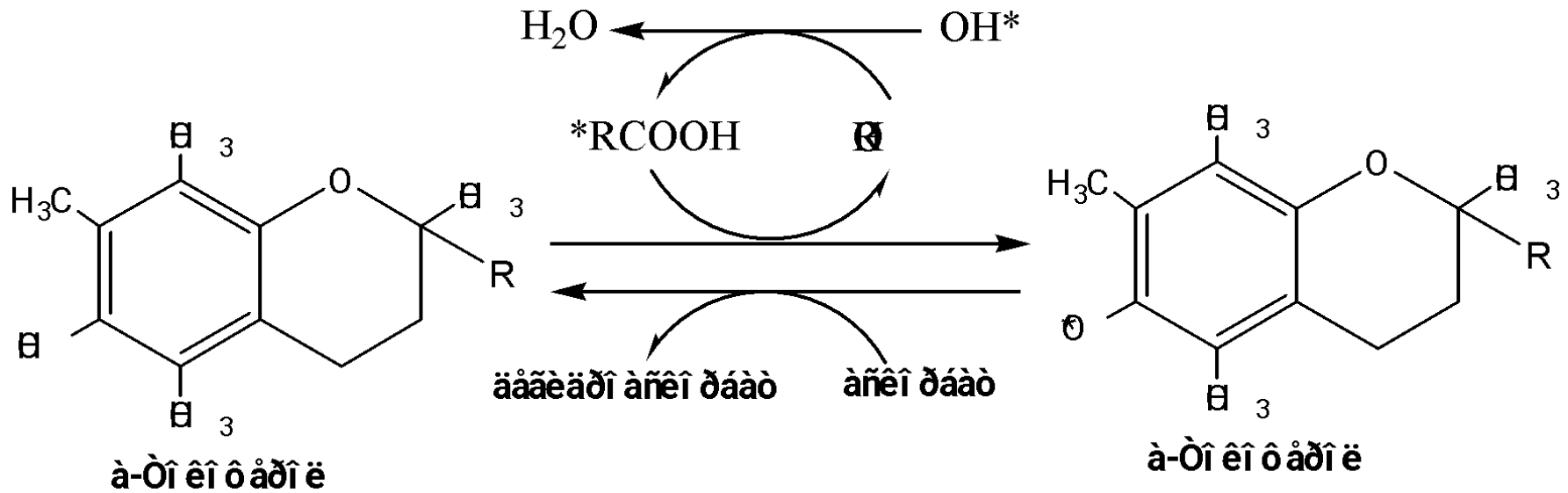
- грудные дети - 3-4 МЕ (обычно полностью получают с молоком матери);
- дети дошкольного возраста - 6-7 МЕ;
- школьники - 7-8 МЕ;
- мужчины - 10 МЕ;
- женщины - 8 МЕ;
- беременные и кормящие - 10-15 МЕ.

Метаболизм витамина Е

1. Связывается энтероцитами и попадает в кровь с хиломикронами.
2. В печени α -ТТР - токоферол-транспортный протеин селективно выделяет α -токоферол из всех поступающих токоферолов и включает его в ЛПОНП. Другие формы выделяются с желчью и мочой.
3. Концентрация α -токоферола в ЛПОНП не может быть увеличена более чем в 2-3 раза т.к. процесс абсорбции контролируется.
4. альфа-токоферол инактивируется в печени превращением в токофероновою кислоту и токоферонолактон, конъюгируют с глюкуроновой и серной кислотой и выделяются с мочой как глюкурониды и сульфаты.

Биологическая роль α-токоферола

- антиоксидант, входит в состав неферментативной антиоксидантной системы, ингибирует СРО в биологических мембранах.



α-Токоферол снижает у мужчин синтез андростендиона и тестостерона, что снижает риск развития рака простаты.

выполняет регуляторную функцию - ингибирует протеинкиназу C (α): предотвращает аутофосфорилирование ПК C или стимулирует дефосфорилирование ПК C фосфатазой PP2A.

α -Токоферол необходим для поддержания иммунитета (Т- и В-клеточные функции).

α -Токоферол ингибирует ключевые этапы воспаления:

- производство моноцитами хемотаксических белков
- спайку моноцитов с эндотелиальными клеткам,
- производство артериальными эндотелиальными клетками IL-8,
- пролиферацию клеток гладких мышц,
- агрегацию тромбоцитов,
- активацию NADPH оксидазы
- производство коллагена фибробластами человека
- возрастное увеличение экспрессии коллагеназы фибробластов кожи человека.

Из-за своих антиоксидантных и противовоспалительных свойств, витамин Е предотвращает болезни, связанные с окислительным стрессом: сердечно-сосудистые заболевания, хроническое воспаление и неврологические нарушения (болезни Альцгеймера и Паркинсона).

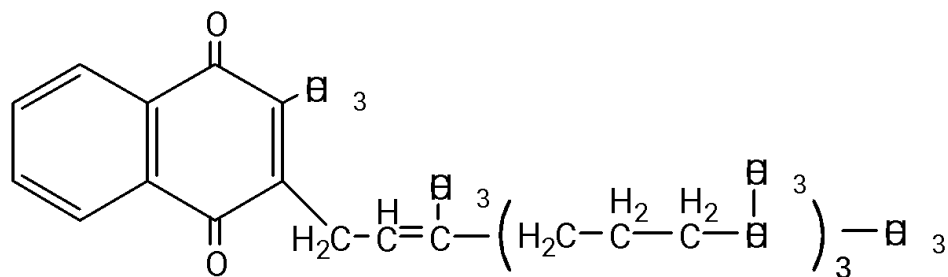
- замедляет процесс старения, поддерживает здоровье у пожилых людей, замедляет возрастные изменения кожи

ГИПОВИТАМИНОЗ Е:

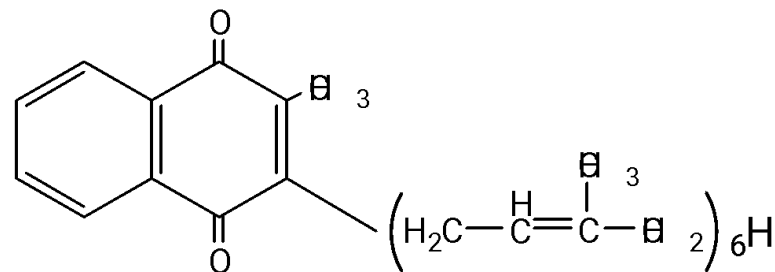
- нарушение овогенеза/сперматогенеза;
- бесплодие;
- нарушение протекания беременности;
- нарушение синтеза половых гормонов;
- мышечная дистрофия;
- синдром липидной пероксидации
(активация ПОЛ)

ВИТАМИН К (НАФТОХИНОН)

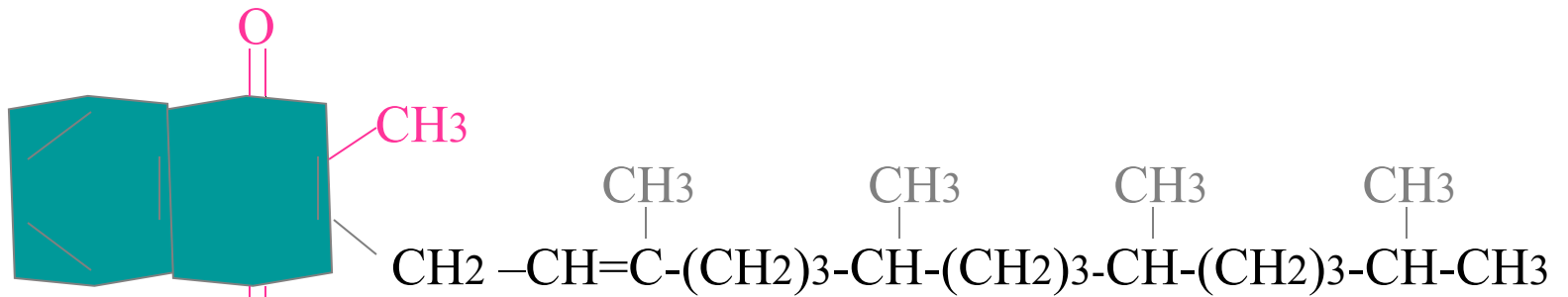
Витамин К существует в нескольких формах в растениях как **филлохинон** (К1), в клетках кишечной флоры как **менахинон** (К2).



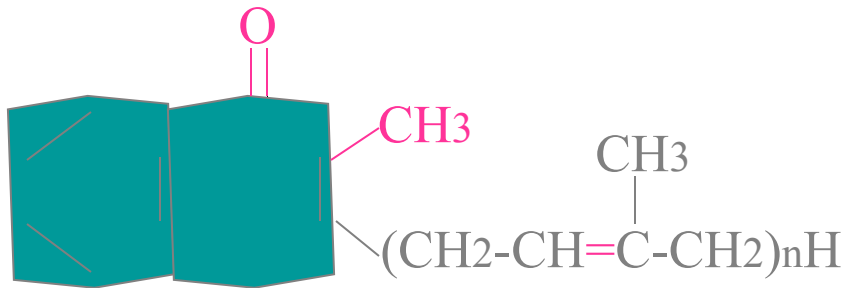
Филлохинон (Vitamin K₁)



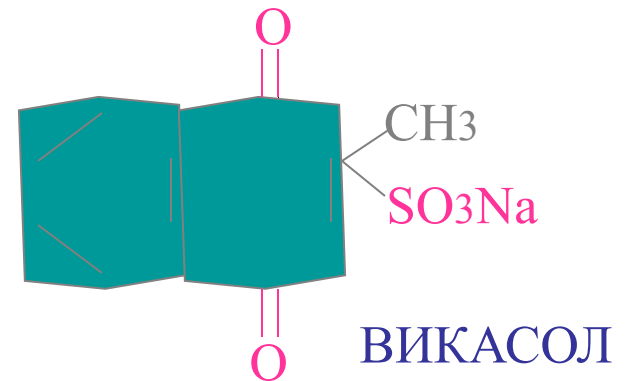
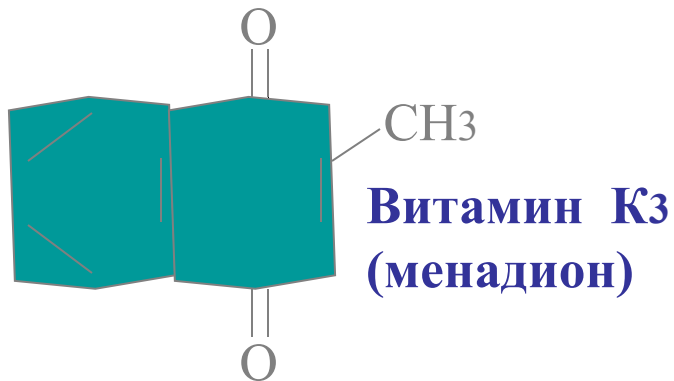
Менахинон (Vitamin K₂)



Витамин К1 (филлохинон = нафтохинон + фитол)



Витамин К2 (менахинон; n=6,7, 9)



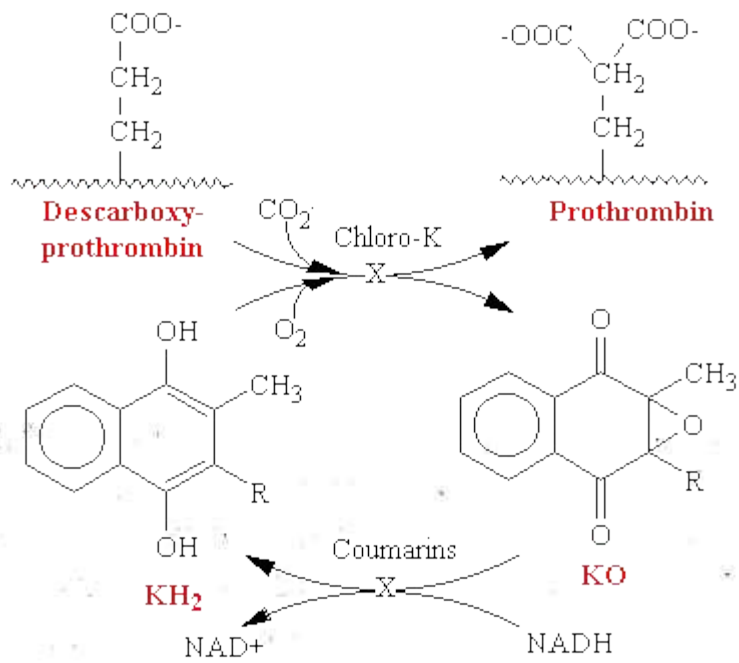
Витамин К(содержание в продуктах, мкг/г)

листья каштана	800
шпинат	270-550
<u>крапива</u>	<u>400</u>
люцерна	200-400
томаты	100
картофель	20
овес	10

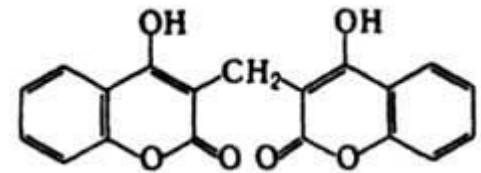
СУТОЧНАЯ НОРМА 1 мг

Витамин К

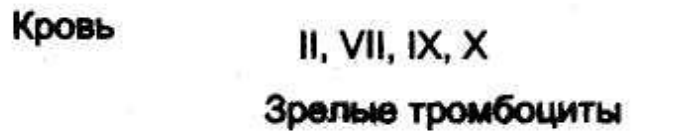
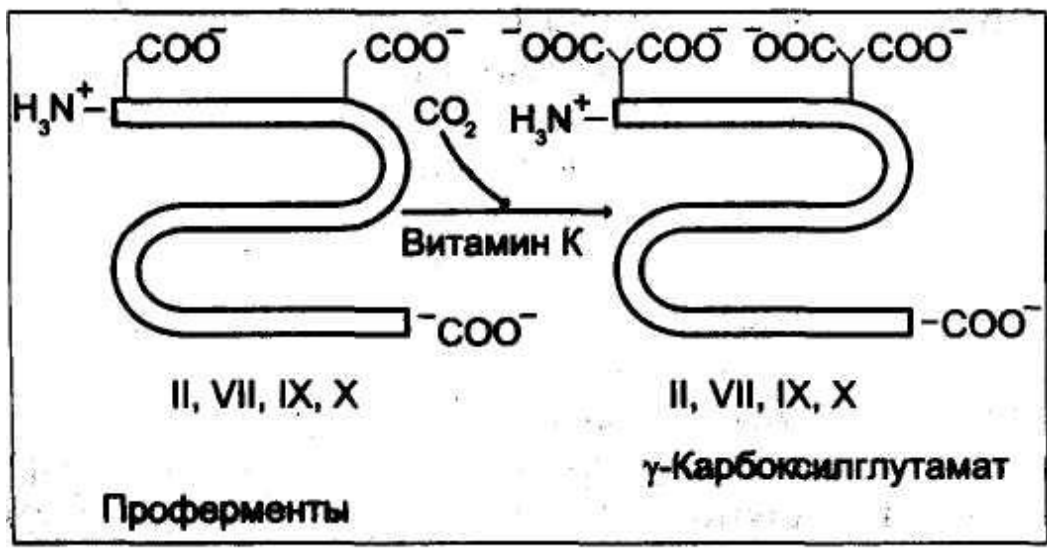
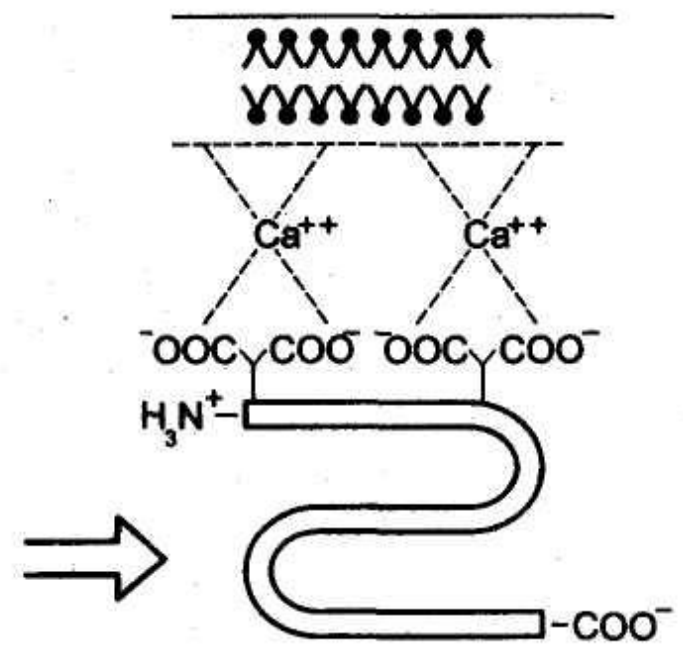
- кофермент карбоксилаз, которые в белках карбоксилируют глутаминовую кислоту в γ -карбоксиглутаминовой кислоту. После этой реакции белок, за счет 2 расположенных рядом карбоксильных групп, способен связывать Ca^{2+} .
- В составе карбоксилаз он карбоксилирует и активируют факторы свёртывания крови: протромбин (фактор II), проконвертин (фактор VII), фактор Кристмаса (фактор IX) и фактор Стюарта (фактор X).
- Витамин К обеспечивает карбоксилирование белков, которые необходимы для минерализации костей и зубов.
- Витамин К участвует в реализации функции мышц, способствует усилению перистальтики желудка и кишечника, принимает участие во внутриклеточном дыхании, поддерживает функцию печени и сердца.



ДИКУМАРИН



Фосфолипиды мембраны тромбоцитов



Печень

Гиповитаминоз К

1. Основное проявление — сильное кровотечение, часто приводящее к шоку и гибели организма.
2. Гиповитаминоз К также вызывает нарушение работы кишечника, кровотечения, плохо заживающие раны, повышенную утомляемость и болезненные менструации.
3. Для лечения и предупреждения гиповитаминоза К используют синтетические производные нафтохинона: менадион, викасол, синкавит.

Благодарю за внимание!