

Фосфорно-кальциевый обмен и его регуляция

Кальций

В организме взрослого человека содержится 1,2 кг кальция.

В костях находится 99% от общего количества кальция

- **85%- фосфат кальция,**
- **10%- карбонат кальция,**
- **5%- цитрат кальция и лактат кальция.**

В плазме крови содержится 2,25-2,75 ммоль/л кальция

- **50%- ионизированный кальций,**
- **40%- кальций, связанный с белком,**
- **10%- соли кальция.**

Суточная потребность- 1,3-1,4 г кальция.
При беременности и лактации - 2 г/сутки.

Пищевые источники:

- **молоко,**
- **сыр,**
- **рыба,**
- **орехи,**
- **бобы,**
- **ОВОЩИ.**

Всасывание кальция

- происходит в тонком кишечнике при участии кальцитриола.
- зависит от соотношения фосфора и кальция в пище. Оптимальное соотношение для совместного усвоения 1 : 1-1,5 находится в молоке.

Способствуют всасыванию кальция:

- витамин D,
- цинк,
- желчные кислоты,
- цитрат.

Жирные кислоты тормозят всасывание кальция.

Биологическая роль кальция

- в костной и зубной ткани кальций находится в виде гидроксиапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$,
- вторичный посредник в передаче регуляторных сигналов,
- влияет на сердечную деятельность,
- фактор системы свёртывания крови,
- участвует в процессах нервно-мышечной возбудимости,
- активатор ферментов (липазы, протеинкиназы),
- влияет на проницаемость клеточных мембран.

Гипокальциемия

наблюдается при:

- рахите,
- гипопаратиреозе,
- механической желтухе,
- болезнях почек,
- остеомалации,
- туберкулёзе,
- у новорожденных, так как прекращается поступление кальция через плаценту.

При этом повышается нервно-мышечная возбудимость, появляются судороги.

Способствуют развитию гипокальциемии у новорожденных:

- недоношенность
- асфиксия в родах
- сахарный диабет у матери.

Деминерализующие факторы подавляют утилизацию минеральных элементов (Ca, Fe, Zn, Mg).

ФИТИН образует трудно растворимые комплексы с минеральными элементами.

Содержится в:

- фасоли,
- горохе,
- орехах,
- кукурузе,
- пшеничной муке.

В ржаной муке повышена активность фитазы.

Щавелевая кислота

- образует нерастворимые соли кальция.

Содержится в:

- шпинате,
- щавеле,
- красной свёкле,
- чае,
- какао.

Гиперкальциемия

наблюдается при:

- передозировке витамина D,
- злокачественных опухолях с метастазами в кость,
- заболеваниях крови (лейкоз, лимфома, миелома),
- саркоидозе,
- туберкулёзе,
- тиреотоксикозе,
- хроническом энтерите,
- первичной гиперфункции паращитовидных желёз.

Фосфор

В организме взрослого человека содержится 1 кг фосфора.

- **90% фосфора содержится в костной ткани: в виде фосфата кальция (2/3) растворимые соединения (1/3).**
- **8-9% - внутри клеток,**
- **1% — во внеклеточной жидкости.**

В плазме крови содержится 0,6- 1,2 ммоль/л фосфора

(у детей больше в 3-4 раза) в виде:

- **ионов,**
- **в составе фосфолипидов,**
- **нуклеиновых кислот,**
- **эфиров.**

Суточная потребность -2 г фосфора.

Пищевые источники:

- морская рыба,
- молоко,
- яйца,
- орехи,
- злаки.

Биологическая роль фосфора

Входит в состав:

- **костной ткани,**
- **фосфолипидов,**
- **фосфопротеинов,**
- **коферментов,**
- **нуклеиновых кислот,**
- **эфиров,**
- **буферных систем плазмы и тканевой жидкости.**

Гиперфосфатемия

установлена при

- **гипопаратиреозе,**
- **лейкозах,**
- **приёме тироксина,**
- **гипервитаминозе D,**
- **УФ – облучении,**
- **у новорожденных.**

Гипофосфатемия

возникает при

- **рахите,**
- **остеомалации,**
- **введении**
инсулина,
- **гиперпаратиреозе.**

Регуляция фосфорно-кальциевого обмена

- Регулируют обмен кальция и фосфора:

паратгормон

кальцитриол (1,25-

дигидроксиголекальциферол)

кальцитонин

- **Органы-мишени:**

костная ткань,

почки,

кишечник.

Паратгормон

- пептид из 84 аминокислот, выделяется при уменьшении содержания кальция в крови.

Органы-мишени: почки, костная ткань

- способствует резорбции кости остеокластами и вымыванию солей кальция в кровь
- снижает экскрецию кальция и повышает экскрецию фосфора почками
- посредством стимуляции синтеза кальцитриола в почках увеличивает эффективность всасывания кальция в кишечнике.
- активирует 1-альфа-гидроксилазу, которая заканчивает преобразование витамина Д в гормон кальцитриол

В крови при действии паратгормона возрастает концентрация кальция.

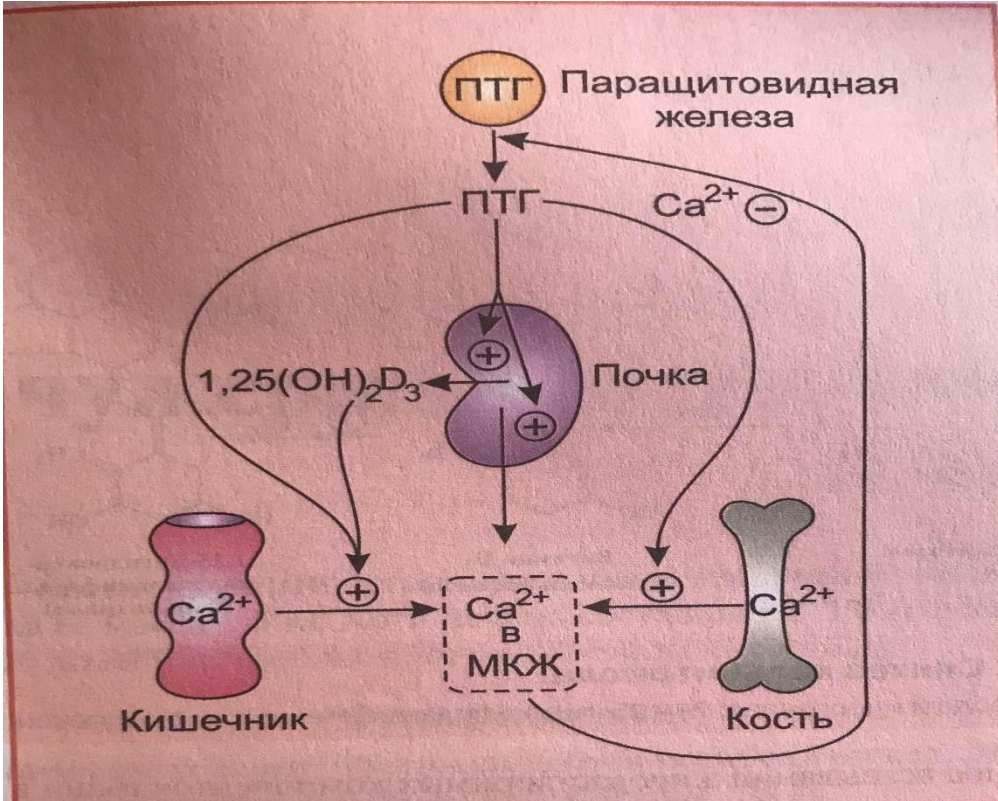
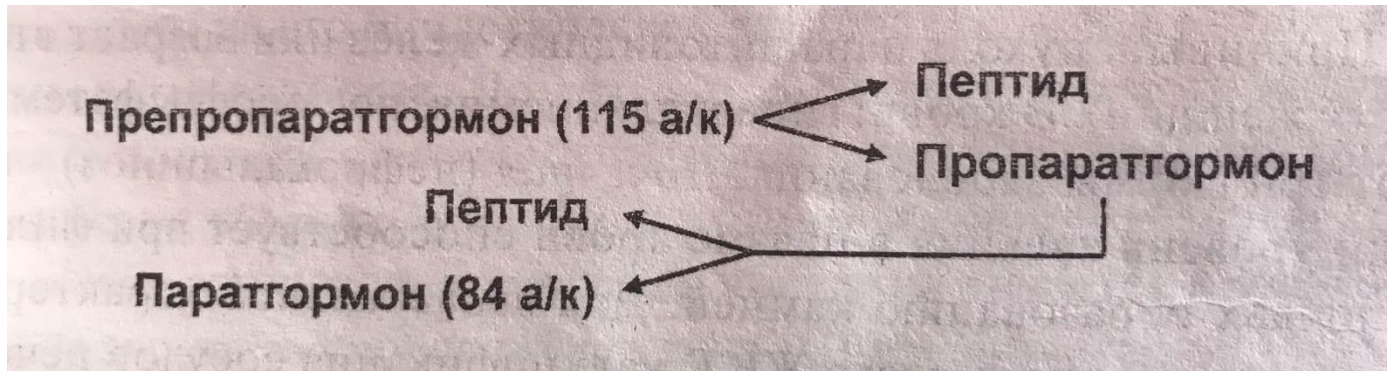


Рис. 11.12. Роль паратгормона в регуляции обмена кальция:
 1,25(OH)²-D₃ — 1,25-дигидроксиголекальциферол — кальцитриол; МКЖ — межклеточная жидкость

Гипопаратиреоз

Возникает при удалении, повреждении паращитовидных желёз.

Клинические проявления:

- **в крови уменьшается концентрация кальция и возрастает концентрация фосфора**
- **изменения кожи, волос, костей, ногтей**
- **катаракта**
- **повышается нейро-мышечная возбудимость**
- **судороги**
- **паралич дыхательных мышц**
- **ларингоспазм**

Гиперпаратиреоз

Паратиреоприивный остеооз (болезнь Реклингуазена)

Причины:

- аденоме паращитовидных желёз
- гиперплазии паращитовидных желёз
- опухоль паращитовидных желез или возраст старше 45 лет (у женщин)

Выделяют 3 формы:

- почечная(нефрокальциноз)- повышенный уровень кальция в плазме крови способствует при фильтрации в почках образованию камней;
- висцеральная- кальцификация сосудов печени и миокарда;
- костная- развивается вследствие деминерализации костной ткани;

Клинические проявления:

- в крови возрастает концентрация кальция (гиперкальциемия) и уменьшается концентрация фосфора (гипофосфатемия)
- кости теряют кальций
- переломы
- почечная недостаточность
- отложение кальция в сосудах, органах.

Кальцитонин

- полипептид, состоящий из 32 аминокислот
- синтезируется в виде препрогормона, парафоликулярными клетками щитовидной железы и С-клетками паращитовидных желез
- активируется путем частичного протеолиза

Органы мишень – костная ткань.

Кальцитонин :

- Ингибирует высвобождение кальция из костей, снижая активность остеокластов
- Снижает концентрацию кальция в крови и увеличивает в костях.

Витамин D (антирахитический)

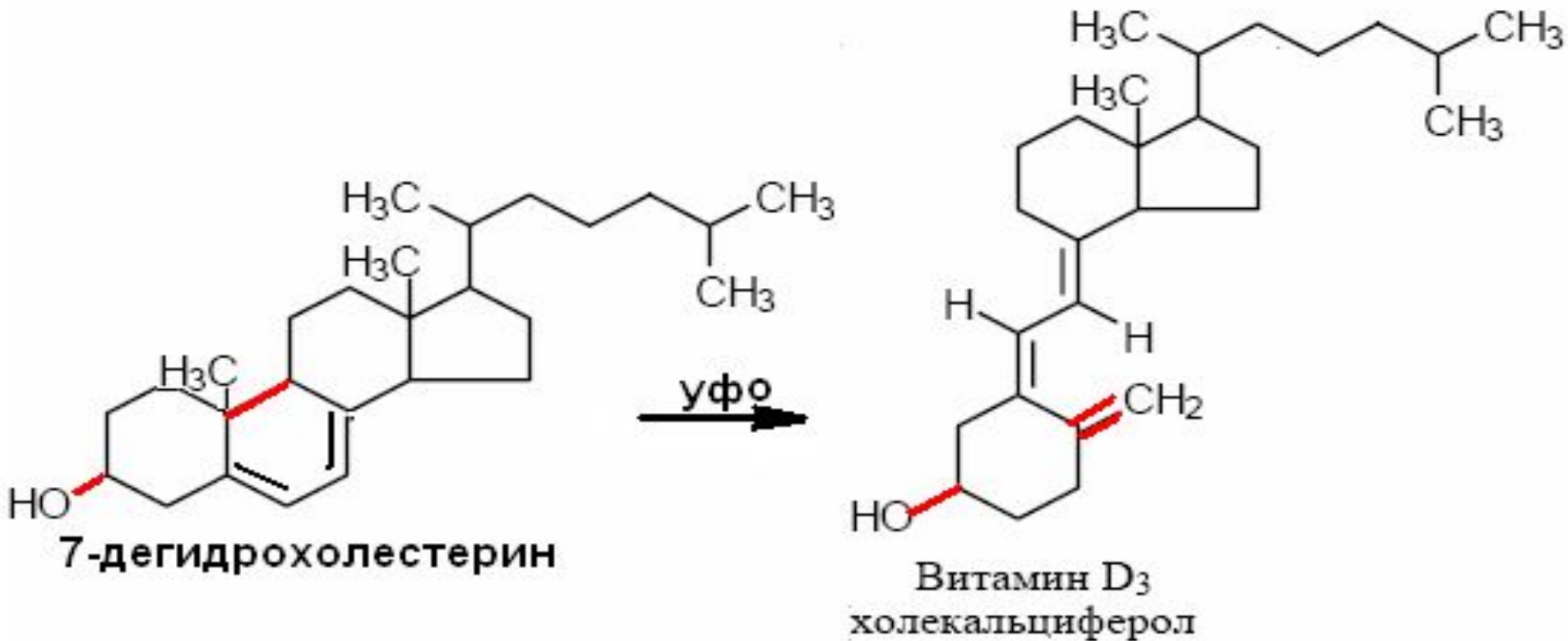
**Суточная потребность: у детей - 10-15мкг,
у взрослых - 2 мкг**

Пищевые источники:

- сливочное масло,
- желток яиц,
- печень,
- жирная рыба.

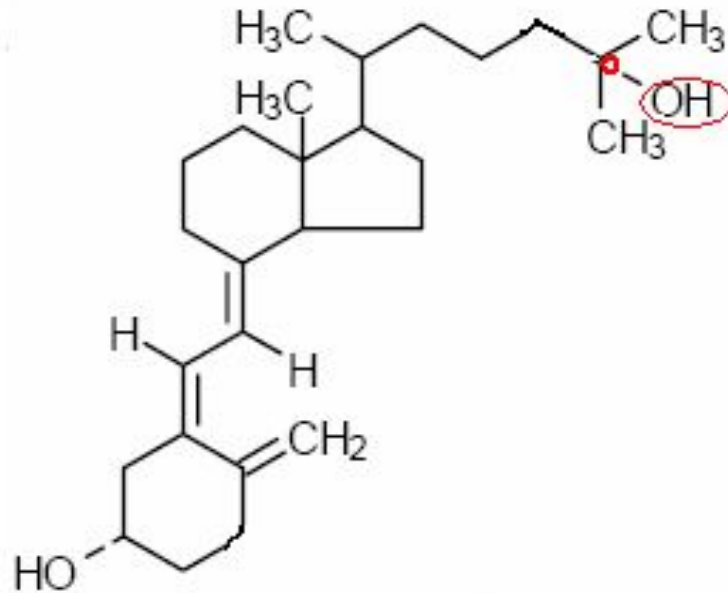
Синтез витамина D₃

происходит в эпидермиса под действием УФ-лучей из 7-дегидрохолестерина



Затем транспортный белок переносит витамин D₃ в печень.

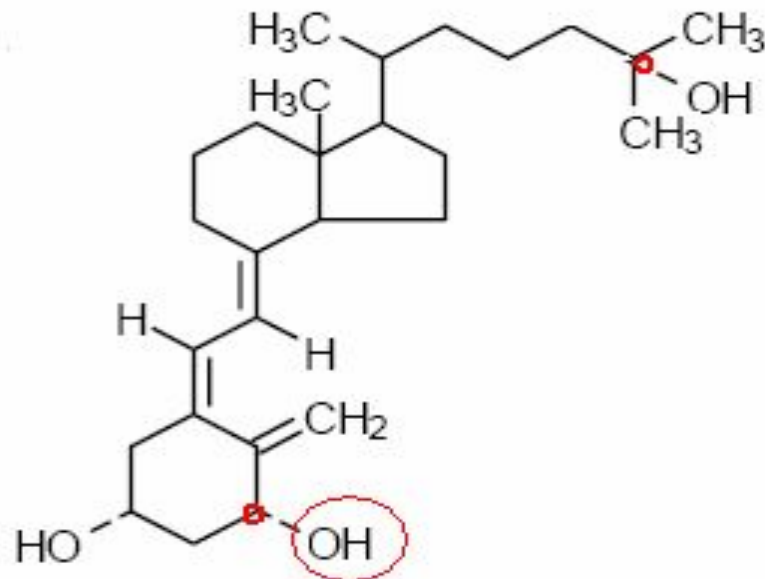
**В печени подвергается
микросомальному окислению с
образованием 25-оксихолекальциферол,
который из печени поступает в кровь и
затем транспортируется в почки**



**25-оксихолекальциферол
(образуется в печени)**

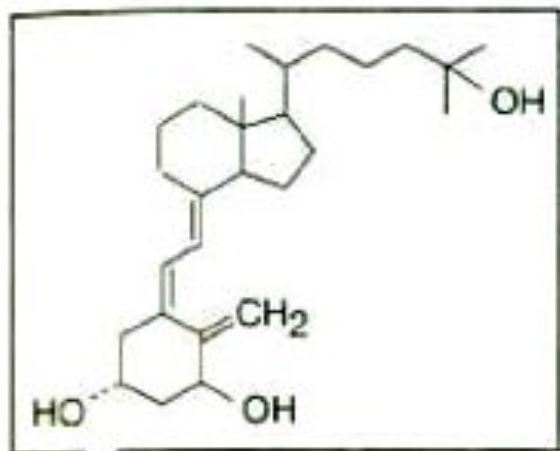
В почках под действием 1-альфа-гидроксилазы преобразуется в гормон кальцитриол (1,25-диоксихолекальциферол)

Паратгормон активирует гидроксилирование в почках



**1,25-диоксихолекальциферол
(образуется в почках)**

Синтез кальцитриола



кальцитриол

желудочно-кишечный тракт, почки, кости



кальцидиол



кальцитриол

кальцитриол

кальцидиол-1-монооксигеназа

паратгормон



Механизм действия

Тип рецепции: внутриклеточный

Проникая в цитоплазму клеток органов-мишеней, достигает ядра, экспрессирует гены, связываясь с ГЧК, запускает транскрипцию и трансляцию.

В результате осуществляется синтез:

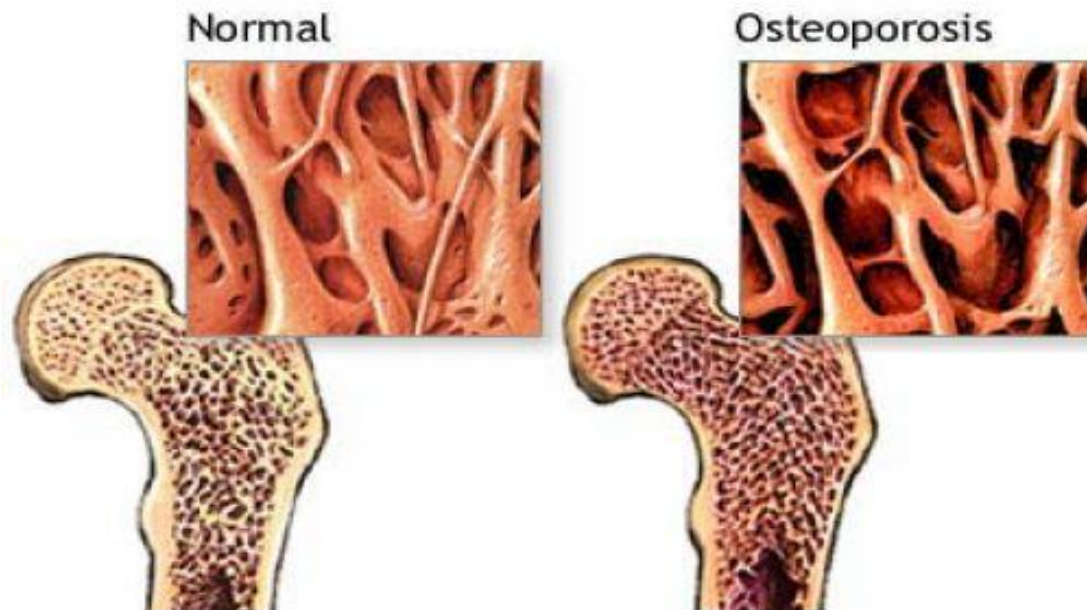
1) Са-связывающих белков, которые способствуют всасыванию Са в кишечнике

2) Белка-фермента щелочной фосфотазы

В кишечнике усиливает всасывание Са и фосфатов в кровь

В почках стимулирует реабсорбцию ионов Са и фосфатов

Остеопороз - заболевание, характеризующееся снижением плотности и структурными изменениями костной ткани, которые выражены настолько, что даже при незначительной травме могут возникать переломы.



Признаки остеопороза:

- - Общая слабость, повышенная утомляемость, ночные судороги в ногах, учащенное сердцебиение, преждевременное поседение, хрупкость или размягчение ногтей, пародонтоз, избыточный зубной налет.
- Чувство тяжести в межлопаточной области, общая мышечная слабость.

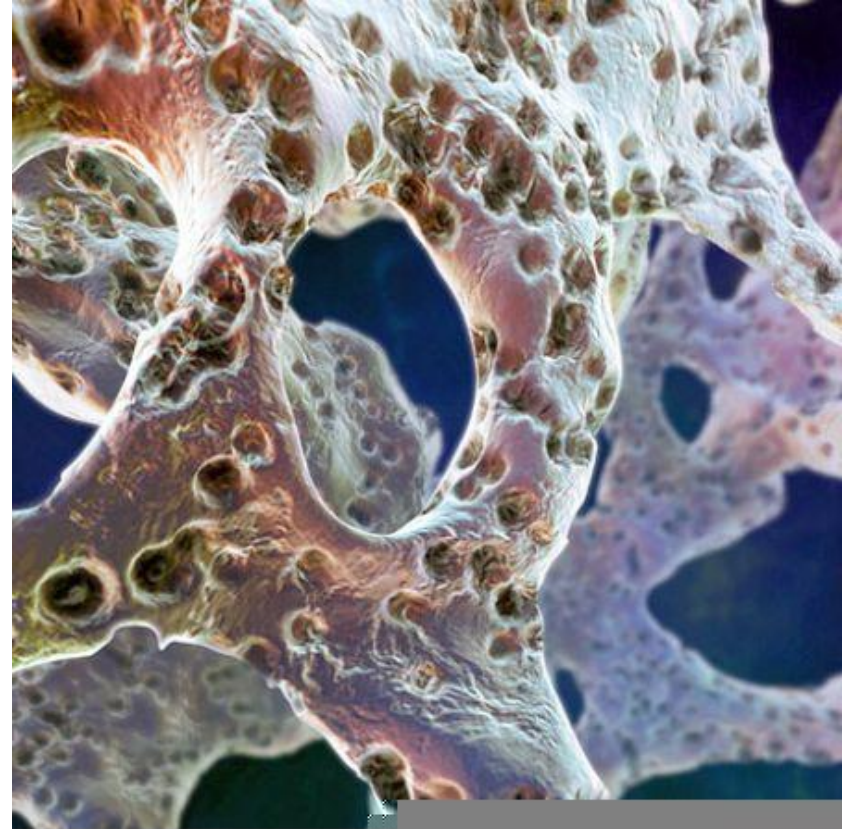
- Снижение роста.

- Характерные изменения осанки: «поза просителя», «горб».
- Появление мелких кожных складок по бокам живота.
 - Переломы костей
 - Боли в поясничном и крестовом отделах позвоночника, в голеностопном и тазобедренном суставах, костях таза.



Классификация.

- I. Первичный остеопороз:
- ювенильный,
- идиопатический у молодых
- взрослых, постменопаузальный (1 тип),
сенильный (2 тип).

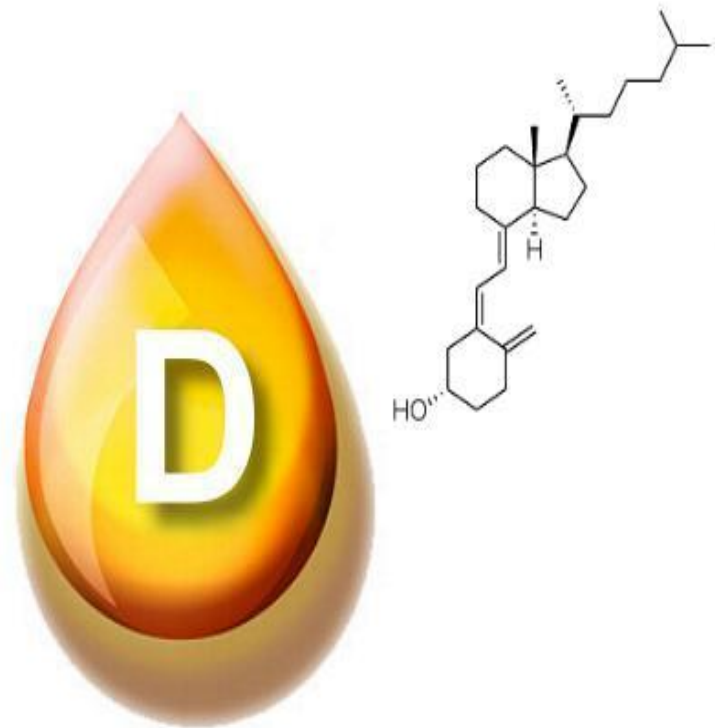


II. Вторичный остеопороз

- 1. Гормонально обусловленный вторичный остеопороз.
- 2. Вторичный остеопороз при заболеваниях желудочно-кишечного тракта.
- 3. Остеопороз при нервной анорексии.
- 4. Остеопороз при нарушении питания.
- 5. Иммобилизационный остеопороз.
- 6. Ятрогенный остеопороз.

Факторы, обуславливающие развитие остеопороза.

- Дефицит минеральных веществ в пище, нарушение их всасывания в кишечнике, либо нарушение их захвата костной тканью.
- Дефицит витамина Д₃, нарушение его метаболизма



- Избыточная секреция паратгормона, тироксина, кортизола.
- Недостаточная физическая нагрузка.
- Возрастное угнетение остеобластов.
- Лекарственные средства. В том числе гормоны.
- Врожденные нарушения синтеза коллагена.

Спасибо за внимание!

