



# Vitaminy

Dana Bučková

MU Brno a OKB FN Brno



# Co je to vitamin?

nízkomolekulární  
organická sloučenina

katalyzátor  
biochemických reakcí  
(cukry, tuky, bílkoviny)

organismus jej  
nedokáže vyrobit,  
získává ho ze stravy

hypovitaminóza  
poruchy funkcí organismu,  
závažná onemocnění

hypervitaminóza  
jen u vitaminů rozpustných  
v tucích





# Vitaminy rozpustné ve vodě



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

# Vitaminy rozpustné ve vodě

nejsou v organismu ukládány (mimo vit. B12)

přebytek se vylučuje močí, musí být pravidelně doplňovány

jsou složkami kofaktorů enzymů

vitaminy skupiny B,  
vitamin C,  
biotin (vitamin H)

vstřebávání saturabilním aktivním Na<sup>+</sup>dependentním multivitaminovým transportérem

při vyšších koncentracích se uplatňuje i prostá difúze



# Thiamin (vitamin B1)

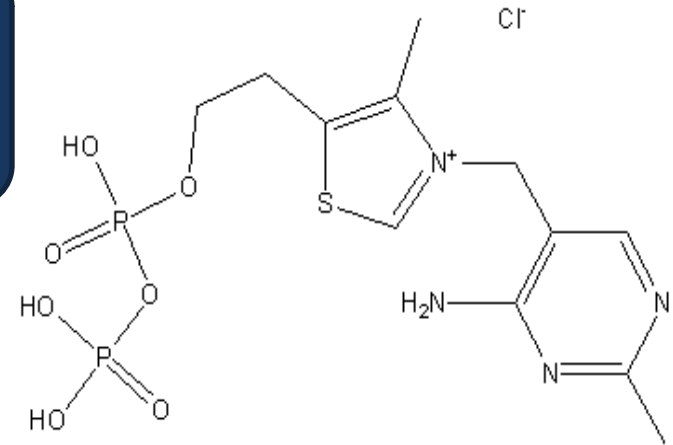
derivát pyrimidinu  
a thiazolu

aktivní forma  
thiamindifosfát  
(TDP)

TDP - koenzym karboxyláz  
- metabolismus glukózy  
(transketolázová reakce  
pentosového cyklu)

■ TDP není pyruvát  
metabolizován na AcCoA,  
■ laktát a rozvíjí se  
laktátová acidóza

zásoba cca 30 mg thiaminu,  
½ ve svalech, zbytek v myokardu,  
játrech, ledvinách a nervové tkáni  
(90 % TDP,  
10 % jako thiamintrifosfát)



# Thiamin (vitamin B1) - zdroje, potřeba

- obilné klíčky, kvasnice, luštěniny, ořechy, maso, mléko, mléčné výrobky, med, pivovarské kvasnice
- fyzická námaha, stres zvyšuje potřebu vitamínu B1
- lidském těle se neukládá, zásoba vydrží na cca 4-10 dní
- pití kávy a velkého množství čaje snižuje množství B1 v těle

DDD	věk	thiamin (mg)
Kojenci	do 1 roku	0,3-0,4
Děti	do 10 let	0,7-1,0
Muži	od 11 let (od 50 let)	1,3-1,5 (1,2)
Ženy	od 11 let (od 50 let)	1,1 (1,0)
Těhotné a kojící		1,5-1,6



# Thiamin (vitamin B1) - deficit

- při malnutrici, alkoholismu, podávání diuretik, malárii
- při konzumaci neobohacené hlazené rýže (rozvojové země), syrových ryb (obsahují mikrobiální thiaminázu)
- příznaky – změny nálady (vznětlivost, deprese), poruchy paměti, periferní neuropatie

- **beri-beri**

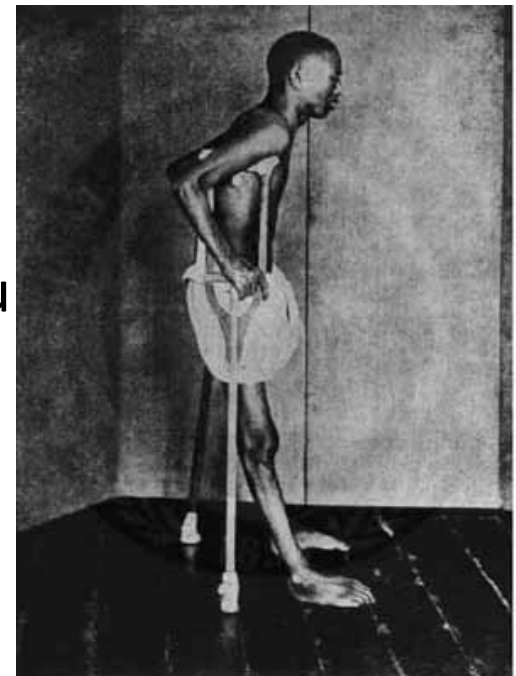
suchá forma - bilaterální polyneuritida

vlhká forma - otoky obličeje, dolních končetin,  
ascites, poruchy srdečního rytmu

kojenecká forma vzniká u kojenců matek

s deficitem B1

- Dg. ↓transketolázy v erytrocytech, B1 v moči



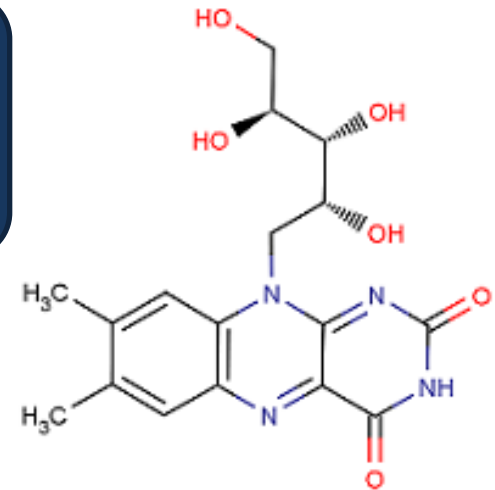
# Riboflavin (vitamin B2)

žluté barvivo, odolné vůči teplotám, rozkládá se světlem, fluoreskuje

základem flavinových nukleotidů FAD a FMN

minimum zásob, renální exkrece odráží příjem

krví transportován ve vazbě na albumin, imunoglobulin



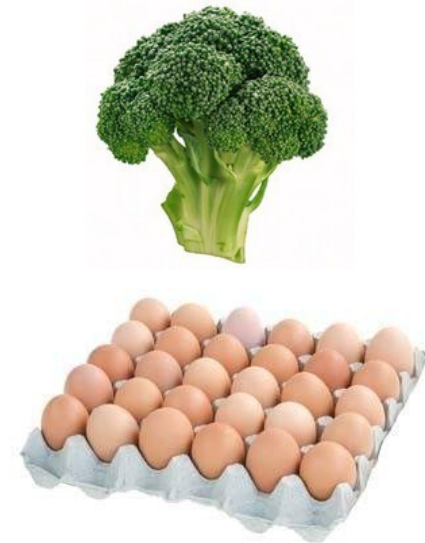
- FAD a FMN se podílí na:
- dýchacím řetězci (cytochrom c-reduktáza)
  - citrátovém cyklu (sukcinylCoA-dehydrogenáza)
  - syntéze a odbourávání MK
  - metabolismu purinů (xantinoxidáza) atd.



# Riboflavin (vitamin B2) - zdroje, potřeba

- mléčné produkty, vejce, játra, ledviny, maso, ryby, brokolice, petržel, kvasnice, kakao, ořechy (jako FAD a FMN), volný v mléce
- zásoba B2 je minimální, vitamin B2 je vyloučen močí, renální exkrece odráží denní příjem
- deficit může být u vegetariánské a veganské výživy
- zvýšenou potřebu mají pacienti léčení antibiotiky, trpící celiakií, cirhózou jater nebo cukrovkou

DDD	věk	riboflavin (mg)
Kojenci	do 1 roku	0,4-0,5
Děti	do 10 let	0,8-1,2
Muži	od 11 let (od 50 let)	1,5-1,7 (1,4)
Ženy	od 11 let (od 50 let)	1,3 (1,2)
Těhotné a kojící		1,6-1,8



# Riboflavin (vitamin B2) - deficit

- doprovází deficit ostatních vitaminů skupiny B
- příznaky - angulární stomatitida („koutky“), cheilóza, glositida, otok sliznic, seboroická dermatitida aj. kožní defekty, světloplachost, konjunktivitida, korneitida a nervové poruchy
- v okolí úst je nápadná anemická bělavá zóna, v ústech změna barvy sliznice v sytě červenou
- Dg. stanovuje se aktivita glutathionreduktázy v hemolyzovaných ery před a po přidání FAD



# Niacin (vitamin B3, PP)

kyselina nikotinová a její amid - nikotinamid

součástí kofaktorů  
NAD a NADP

kys. nikotinová se vstřebává v žaludku, NA ve střevě

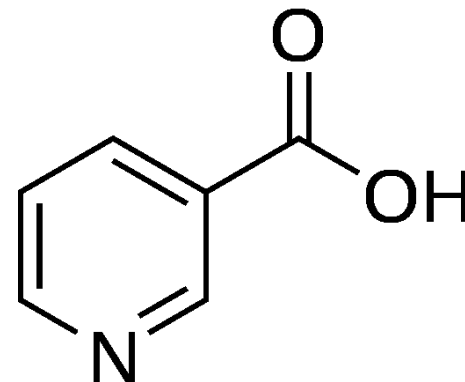
v krvi převážně nikotinamid

část niacinu vzniká endogenně z tryptofanu

v hepatocytech malé množství volného NA, v ostatních buňkách přeměna na nukleotidy

vyučován jako N- methylnikotinamid vznikající methylací v játrech

Nikotinamid je kofaktor esenciální pro syntézu RNA, DNA a bílkovin.



# Niacin (vitamin B3, PP) - zdroje, potřeba

- maso (krůtí, tuňák), játra, slunečnicová semena, arašídý, černý chléb, luštěniny (fazole, hrách)
- zásoba malá, v těle se neukládá, syntéza je omezená, je tedy nutný jeho příjem v potravě
- vyšší potřeba u lidí s onemocněním ledvin, při horečkách, infekcích, v těhotenství, při kojení, ve stáří, při zvýšené psychické a fyzické námaze

DDD	věk	niacin (mg)
Kojenci	do 1 roku	5-6
Děti	do 10 let	9-13
Muži	od 11 let (od 50 let)	17-20 (15)
Ženy	od 11 let (od 50 let)	15 (13)
Těhotné a kojící		17-20



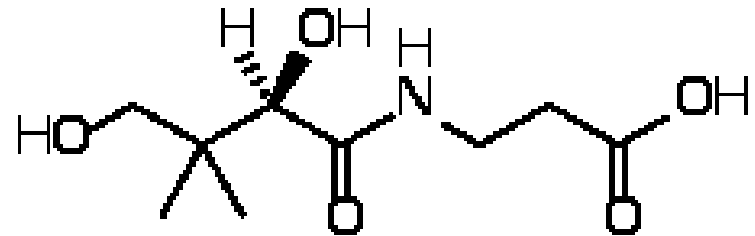
# Niacin (vitamin B3, PP) - deficit

- při stravě složené převážně z kukuřice, alkoholismu, cirhóze, poruchách vstřebávání tryptofanu, při karcinoidu, při léčbě isoniazidem
- **pellagra – nemoc tří D** – dermatitis, diarea a demence
- niacin – léčivo při dyslipoproteinémiích (NÚ!), karcinoidu, vrozené poruše vstřebávání tryptofanu (Hartnupova choroba), u diabetiků (zlepšuje toleranci sacharidů), při vaskulárních onemocněních
- projevy předávkování – vazodilatace (zčervenání, brnění, bolesti hlavy, nauzea, zvracení), hepatitida, myopatie a trombocytopenie
- Dg. stanovení močové exkrece metabolitů kapalinovou chromatografií



# Kyselina pantothenová (vitamin B5)

spojení aminokyseliny  
 $\beta$ -alaninu a kyseliny pantoové



čistá je nestálá  
olejovitá kapalina

tvoří CoA a protein  
přenášející acyl (ACP)

krví k hepatocytům  
a jiným tkáním  
(svaly, ledviny,  
nadledviny, testes)

CoA a ACP - k přenosu acylových zbytků,  
ACP při syntéze mastných kyselin,  
CoA v citrátovém cyklu, oxidaci a syntéze  
mastných kyselin, syntéze cholesterolu,  
glykolýze, glukoneogenezi, katabolismu  
aminokyselin, acetylačních reakcích  
xenobiotik, syntéze hemu atd.



# Kyselina pantothenová (vitamin B5) - zdroje

- název pochází z řečtiny a znamená „všude se nacházející“
- v živočišných potravinách (maso, vnitřnosti), celozrnných výrobcích, zelenině, luštěninách
- pantothenan vápenatý je přidáván do cereálních produktů, do nápojů a vitaminových doplňků
- do pleťových krémů, přípravků po opalování, regeneračních krémů (napomáhá hojení popálenin), vlasových šamponů a kondicionérů

DDD	kys.pantothenová
Dospělí do 50 let	4-7 mg
Dospělí nad 50let	5 mg



# Kyselina pantothenová (vitamin B5) - deficit

- izolovaný deficit se u člověka nevyskytuje
- nedostatek se projeví jako **burning foot syndrom** (křeče v nohách, nechutenství a nespavost, deprese a snížená imunita) popsán u válečných zajatců
- atrofie vlasového folikulu, ztráta pigmentu, dermatitida
- snížené hodnoty při mentální anorexii, malabsorpčním syndromu, sepsi, imunodeficitech
- terapeuticky se podává při malnutrici, katabolických stavech či intoxikaci etanolem
- Dg. laboratorně je možné stanovení hladiny v séru, plné krvi a moči a stanovení CoA v erytrocytech

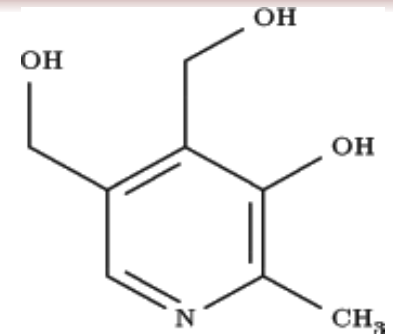




# Vitamin B6

deriváty pyridinu  
pyridoxin (pyridoxol), pyridoxal,  
pyridoxamin a jejich 5-fosfáty

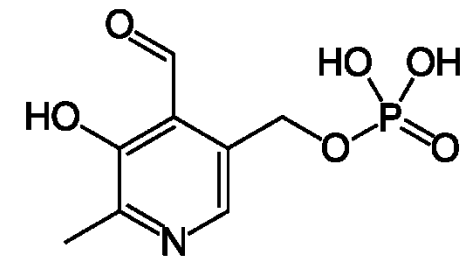
aktivní forma  
pyridoxal-5-  
fosfát (PLP)



Pyridoxin

vylučován do moči, při  
vysokých koncentracích je  
hlavním metabolitem  
4-pyridoxinová kyselina

přenášen jako  
pyridoxal ve vazbě  
na albumin nebo  
hemoglobin v ery



Pyridoxalfosfát

hlavní zásobárnou  
B6 (PLP) jsou svaly  
(asi 80 %)

PLP je kofaktor nezbytný pro  
glukoneogenezu, syntézu  
hemu, myelinu, DNA,  
moduluje efekt hormonů a má  
význam pro imunitní funkce

# Vitamin B6 - zdroje, potřeba

- vnitřnosti (játra), drůbeží maso, ryby, ořechy, brambory, banány, luštěniny, kvasnice a celozrnné cereálie
- varem B6 klesá - ztráty do vody
- větší množství potřebují lidé, kteří mají velký přísun bílkovin (profesionální sportovci), ženy s hormonální antikoncepcí, osoby trpící celiakií a chronicky nemocní lidé

DDD	věk	vitamin B6 (mg)
Kojenci	do 1 roku	0,3-0,6
Děti	do 10 let	1,0-1,4
Muži	od 11 let	1,7-2,0
Ženy	od 11 let	1,4-1,6
Těhotné a kojící		2,1-2,2



# Vitamin B6 - deficit

- vyskytuje se zřídka jako součást smíšeného deficitu
- příznaky - **hypochromní sideroblastická anémie**, dermatitida s cheilózou a glositidou, folikulární hyperkeratóza, záněty očních koutků, epileptikogenní křeče
- stoupá hladina homocysteinu (norma 5-15  $\mu\text{mol/l}$ ) a zvyšuje se riziko časně aterosklerózy a trombózy
- nadbytek B6 (z vit. preparátů) - rozvoj neurotoxických a fotosenzitivních projevů, neužívat více než 100 mg B6 denně
- Dg. přímé stanovení PLP v plné krvi a exkreci 4-PA do moči (hlavně metodou HPLC)
- nepřímou metodou je stanovení enzymové aktivity erytrocytární ALT a AST v hemolyzátu před a po přidání PLP



Sideroblast

# Kyselina listová (folát, vit. B9, B11)

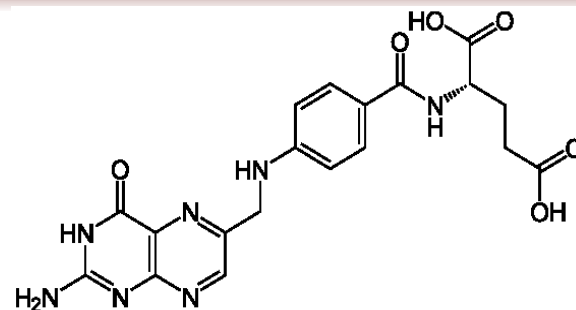
N-[4-[(2-amino-1,4-dihydro-4-oxo-6-pteridinylyl) methyl]amino] benzoyl]-L-glutamová kyselina

5-methyltetrahydrofolát transportován ve vazbě na albumin a folát-vázající protein

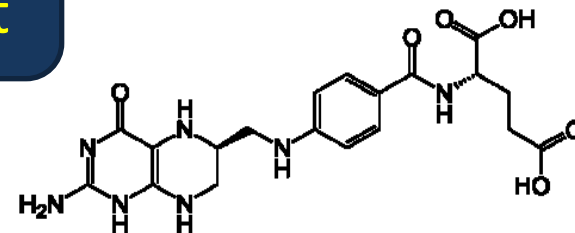
přenos jednouhlíkatých zbytků (syntéza NK)  
důležitá funkce v krvetvorbě,  
při syntéze methioninu z homocysteinu

aktivní forma  
tetrahydrofolát

exkrece močí a žlučí, významný enterohepatální oběh



Kyselina listová



Tetrahydrofolát

# Kyselina listová (folát, vit. B9) - zdroje

- játra, ledvinky, kvasnice, listová zelenina a citrusy
- vařením se zničí až 95 %
- zásoby folátů v organismu vystačí na 2-4 měsíce
- zvýšená potřeba v těhotenství, dodávat před otěhotněním

DDD	věk	kys.listová (mg)
Kojenci	do 1 roku	0,025-0,035
Děti	do 10 let	0,05-0,1
Muži	od 11 let (od 50 let)	0,15-0,2 (0,4)
Ženy	od 11 let (od 50 let)	0,15-0,18 (0,4)
Těhotné a kojící		0,4-0,6



# Kyselina listová (folát, vit. B9) - deficit

- při malabsorpci (resekce, celiakie, střevní záněty), zvýšených ztrátách (dialýza), sníženém přísunu potravou (alkoholismus), ↑ potřeby (těhotenství, kojení, jaterní onemocnění, malignity), lékových interakcích (metotrexat, fenytoin)
- pancytopenie s **megaloblastickou anémií** (poruchy buněčného dělení → málo velkých krvinek)
- gastrointestinální, neurologické a psychiatrické symptomy
- nedostatek v 1. trimestru těhotenství je spojen s defekty neurální trubice (spina bifida, encefalokéla, anencefalie)
- Dg. stanovuje se hladina v séru (10-42 nmol/l) a erytrocytech (chemiluminiscenční imunoesej)



# Vitamin B12 (kobalamin)

skupina kobalaminů  
lišících se typem  
postranního řetězce

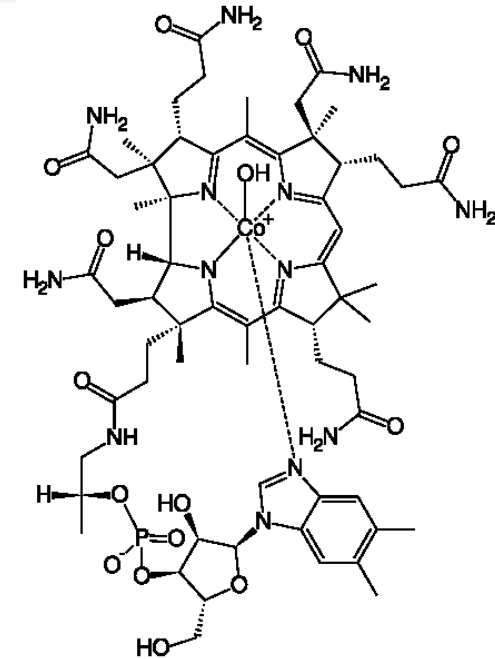
přijímáme  
hydroxykobalamin a  
kyanokobalamin

pro vstřebávání je  
nutný vnitřní faktor

aktivní methylkobalamin a  
deoxyadenosylkobalamin

vyučován do žluče  
a ze střeva zpětně  
resorbován  
(enterohepatální  
oběh 70-80 %)

konverze homocysteinu na methionin,  
nezbytný pro syntézu NK, buněčnou  
proliferaci, tvorbu a stabilitu membrán,  
syntézu myelinu, vývoj erytrocytů a  
hematopoezu, má antiperniciózní účinek



# Vitamin B12 (kobalamin) - zdroje, potřeba

- živočišná strava - masné a mléčné produkty, vejce
- rostlinná strava obsahuje stopové množství B12, pokud byla zpracována mikrobiální fermentací (kyselé zelí, pivo)
- tvořen střevní mikroflórou, nevstřebává se a je vyloučen stolicí
- při vaření až 30 % ztráta B12 do vody
- zásoba v játrech cca 1 mg

DDD	vitamin B12 (μg)
Kojenci	0,1–0,3
Do 50 let	2,0
Nad 50 let	2,5





# Vitamin B12 (kobalamin) - deficit

- deficit u malnutrice (vegani), malabsorpce při atrofické gastritidě (chybí vnitřní faktor), střevních zánětech, chronické pankreatitidě a interakci s některými léky a s alkoholem
- vede k rozvoji **hyperhomocysteinémie a perniciózní anémie**
- **čtyři stádia:**
  1. ↓ plazmatické koncentrace
  2. ↓ koncentrace v buňkách
  3. metabolické odchylky (homocystinurie, acidóza)
  4. klinická manifestace deficitu – megaloblastická, perniciózní anémie a neuropatie (parestezie, hypotonie, spasmy, paralýza, poruchy vnímání polohy, zmatenost, poruchy paměti, bradypsychika, demence, deprese)
- Dg. stanovení koncentrace v séru (chemiluminiscenční imunoesej)

# Vitamin C (kyselina L-askorbová)

ve vodě rozpustná  
látko se silně  
redukčními účinky  
(antioxidant)

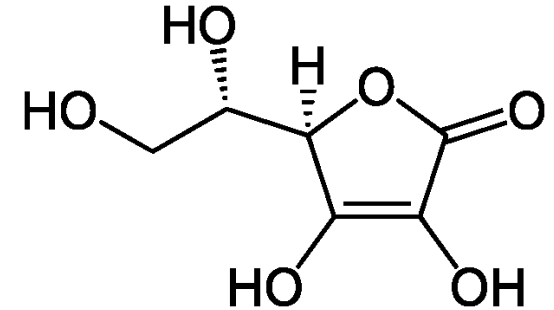
do buněk glukosovým  
přenašečem GLUT-1  
(facilitovaná difúze)

nezbytný pro funkci  
imunitního systému,  
chrání před toxickými  
účinky kovů

redukuje železité  
ionty na železnaté

zvyšuje vstřebávání železa,  
stimuluje tvorbu bílých  
krvinek, vývoj kostí, zubů a  
chrupavek, podporuje růst

esenciální pro funkci mnoha  
hydroxyláz (vznik hydroxylysinu a  
hydroxyprolinu - kolagen)



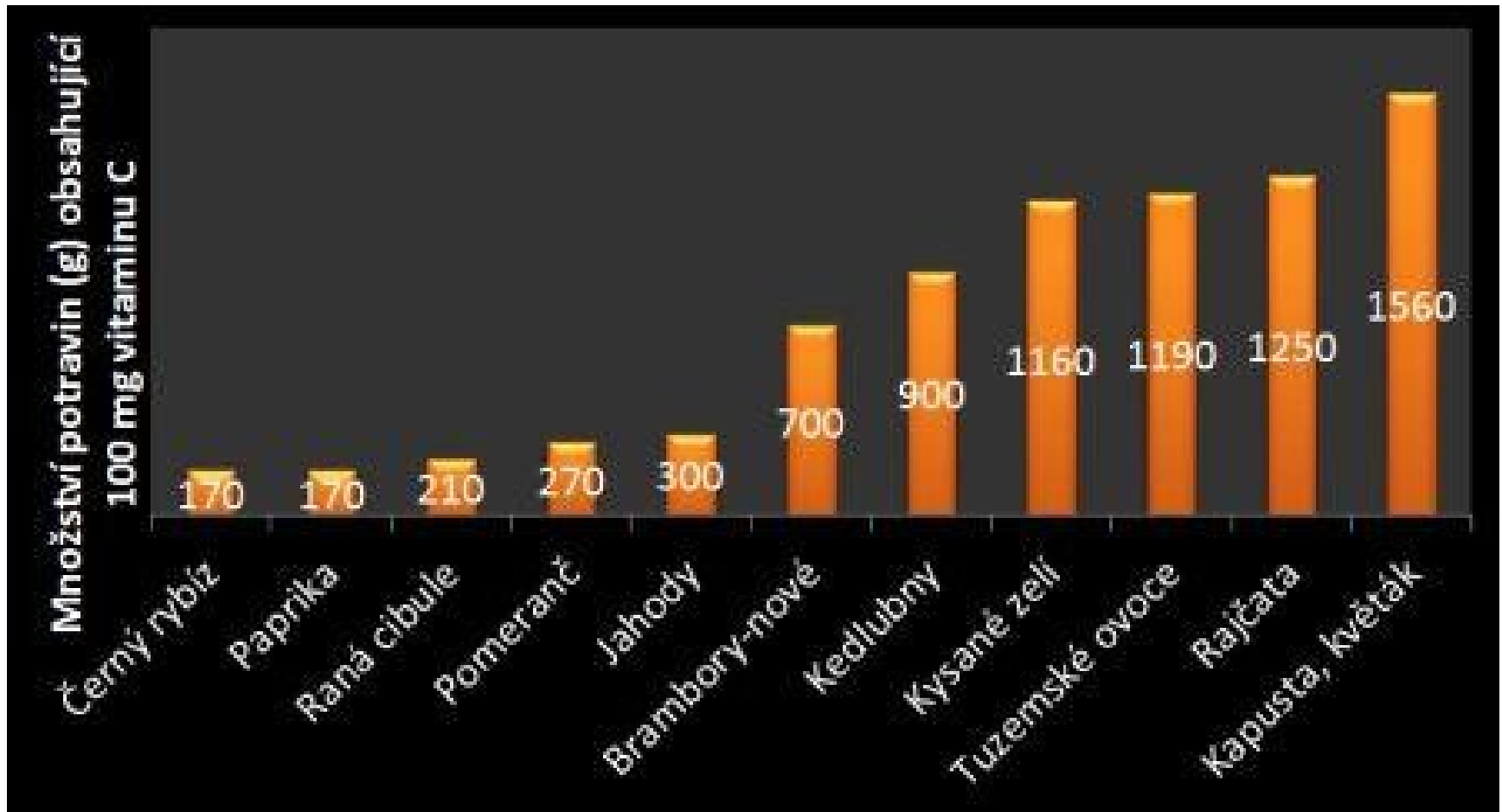
# Vitamin C (kyselina askorbová) - zdroje

- brambory, paprika, kysané zelí, citrusy, jahody, černý rybíz
- ztráty při kuchyňské úpravě potravin cca 30 %
- vyšší potřeba - kuřáci, těhotné a kojící ženy, starší osoby, osoby se zvýšenou fyzickou a psychickou zátěží
- dlouhodobé užívání vysokých dávek vede k riziku rozvoje oxalátové urolitiázy



DDD	věk	vitamin C (mg)
Muži	do 50 (nad 50 let)	100 (90)
Ženy	do 50 (nad 50 let)	60 (75)

# Vitamin C (kyselina askorbová)



# Vitamin C (kyselina askorbová) – deficit

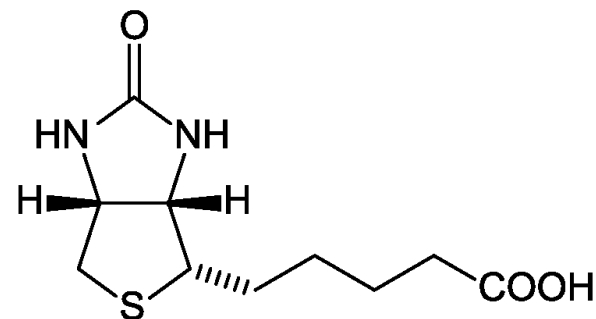
- únava, deprese, zvýšený sklon k infekcím, zhoršené hojení ran, slabost, svalová bolest, nechutenství, krvácení z dásní a sliznic, uvolnění vazivového aparátu zubů, vznik podlitin a anémie
- **kurděje (skorbut)** - námořníci - krvácení z dásní, do kůže, svalů, nehtových lůžek, vnitřních orgánů, snížená odolnost proti nemocem a porucha krvetvorby
- v důsledku snížené přeměny na žlučové kyseliny rozvoj hypercholesterolemie
- Dg. stanovení plazmatické koncentrace (HPLC)
- saturační test:  
podání 500 mg askorbátu, močí se normálně vyloučí min. 50%



# Biotin (vitamin H)

kondenzát močoviny a thiofenu se zbytkem kyseliny valerové

syntéza střevní mikroflórou



aktivní forma  
karboxybiotin  
vázaný na enzym

nezbytný pro metabolismus cholesterolu, leucinu, glukoneogenezi, při buněčném růstu

v buňkách (jater, svalů a ledvin) v cytosolu a mitochondriích jako kofaktor karboxyláz

nejvýznamnější karboxylační reakce zahrnují acetylCoAkarboxylázu syntézy mastných kyselin, vznik oxalacetátu a sukcinylCoA

# Biotin (vitamin H) - zdroje, potřeba

- žloutky, játra, čokoláda, kvasnice, obilniny, luštěniny, mořské ryby a ořechy
- zvýšenou potřebu mají alkoholici, pacienti po gastrektomii, popálení, těhotné a kojící
- deficit při dlouhodobé parenterální výživě



DDD	biotin (μg)
Do 50 let	30-100
Nad 50 let	30



# Biotin (vitamin H) - deficit

- při malnutrici, špatné parenterální výživě, při značném příjmu syrového vaječného bílku (avidin se váže na biotin), vzácný deficit biotinidázy
- klinické příznaky – dermatitida, alopecie, deprese, anorexie, nausea a zvracení, bledost, bolesti svalů
- zvýšení koncentrace cholesterolu a žlučových barviv
- biotin brání šedivění a vypadávání vlasů, zlepšuje kvalitu nehtů a pomáhá při kožních chorobách
- Dg. přímo koncentrace v séru/plazmě nebo nepřímo aktivita biotin-dependentních enzymů







# Vitaminy rozpustné v tucích



# Vitaminsy rozpustné v tucích

v rostlinných i živočišných potravinách rozpuštěny v tucích, s nimi ve střevech vstřebávány



vstřebávají se v proximálním tenkém střevě, absorpce je usnadněna přítomností žlučových kyselin

v enterocytech se stávají součástí chylomikronů, s nimiž vstupují do lymfy a posléze krve

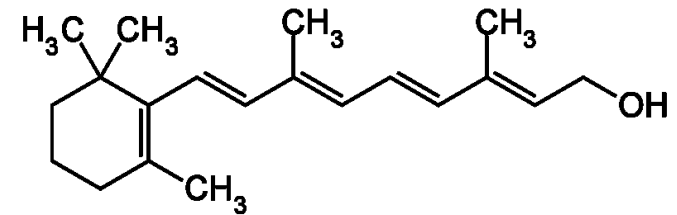
**vitaminy A, D, E, K**

hypovitaminóza může vzniknout i při dlouhodobé malabsorpci tuků

# Vitamin A

patří mezi isoprenoidy

aktivní forma  
11-cis-retinal a  
kys. retinová



provitamin beta-karoten má 6x nižší účinnost

nutný pro tvorbu rodopsinu (zrakový pigment), **antioxidant**

estery retinolu jsou skladovány v játrech

transport krví k extrahepatálním tkáním ve vazbě na retinol-vázací protein (RBP)

kys. retinová indukuje růst a diferenciaci epiteliálních buněk, růst kostí, podílí se na integritě lipoproteinů a lyzozomů a je nezbytná pro syntézu steroidních a tyroidálních hormonů a kalcitriolu

# Vitamin A - zdroje, potřeba

- játra, žloutek, tučné mléčné výrobky a ryby, rybí tuk
- karotenoidy v listové, žluté a oranžové zelenině a ovoci
- 11-cis-retinal je nezbytný pro reprodukci a vidění
- jeho nedostatek způsobuje šeroslepost, sklon k zánětu očních spojivek a poškození sítnice, rohovatění a šupinatění kůže, snížení pohlavní aktivity, zpomalení pohlavního vývoje, snížení potence, snížení imunity atd.
- u těhotných pod 3 mg (teratogenní!)

DDD	Vitamin A (mg)	Karotenoidy (mg)
Do 50 let	1 mg	6 mg
Nad 50 let		



# Vitamin A - deficit

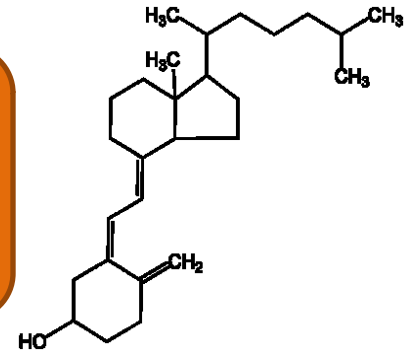
- při malabsorpci lipidů, cystické fibróze, střevních zánětech, defektu apoB48 atd.
- při značné hypoproteinémii v důsledku nedostatku RBP a prealbuminu
- šeroslepost, xeroftalmie, keratinizace epiteliálních buněk, xerodermie, hyperkeratóza nebo ichtyóza, zubní kaz, nechutenství
- poruchy imunity a k infekce zažívacího a dýchacího traktu, při závažném nedostatku dochází ke keratinizaci až ulceraci rohovky a oslepnutí
- Dg. měření sérové koncentrace vitamínu A (kapalinová chromatografie)



# Vitamin D

steroly erkalciol  
(ergokalciferol, vit. D2)  
a kalciol  
(cholecalciferol, vit. D3)

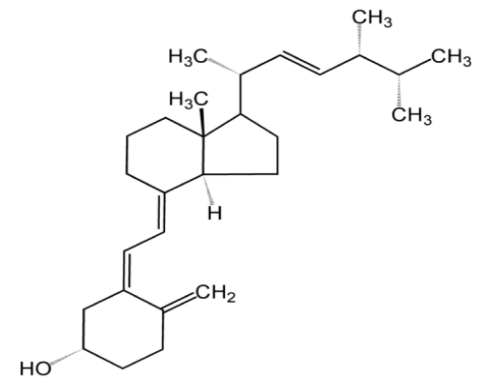
krví transportován  
ve vazbě na  
alfa1-globulin a DBP



Cholecalciferol

2x hydroxylace na kalcidiol  
(játra, zásobní forma) a  
**aktivní kalcitriol** (ledviny)  
**1,25-dihydroxycholecalciferol**

vazba na  
jaderné  
receptory,  
ovlivňuje  
transkripci



Ergokalciferol

zásoby  
kalciolu v  
tukové tkáni,  
játrech

důležitý v hospodaření s  
vápníkem a fosfáty (■ absorpce  
Ca a P ve střevě, ■ absorpce  
Ca v ledvinných tubulech)

# Vitamin D - zdroje, potřeba

- přijímány rostlinnou (D2) či živočišnou (D3) potravou nebo tvořen ze 7-dehydrocholesterolu v kůži působením UV záření
- syntéza působením slunečního záření by měla stačit na pokrytí až 80-90 % denní potřeby vitaminu D
- stačí 15 minut každodenní UV expozice obličeje a paží
- tučné ryby, rybí tuk, žloutek, játra, sýry, máslo

DDD	věk	vitamin D ( $\mu\text{g}$ )
Kojenci	do 1 roku	7,5-10
Děti	do 10 let	10
Muži, ženy	od 11 let (od 50 let)	5-10 (10-15)
Těhotné a kojící		10



**21 letý muž ze Sýrie přijat pro  
progredující slabost, nevolnost,  
zvracení, dyspepsii**

### Laboratoř

urea 8,6 mmol/l  
kreatinin 270  $\mu$ mol/l  
amyláza 3,52  $\mu$ kat/l  
**Ca 3,80 mmol/l**  
fosfáty 0,85 mmol/l

### DD hyperkalcémie

- hyperparatyreoza
- maligní tumor (lymfom, leukemie, kostní metastázy)
- granulomatózní nemoci (sarkoidóza, tuberkulóza, histoplasmóza)
- farmaka (thiazidy, intoxikace vit.D, kys. acetylsalicylovou)
- familiární hypokalciurická hyperkalcemie

vyšetření na malignity negativní  
užívání farmak popíral  
parathormon v normě

**Hladina 25(OH)vitaminu D**  
>350 nmol/l (imunochemicky)  
posléze **1583 nmol/l** (HPLC)

Pacient přiznal  
i.m. aplikaci  
anabolik s  
přídavkem vit. D3

**Hyperhydratace, diuretika, kalcitonin,  
kortikoidy, bisfosfonáty**  
po 33 dnech vit. D 1024 nmol/l



# Vitamin D - deficit

- při nedostatečném příjmu potravou, poruchách absorpce, cholestáze, nedostatečnému osvitu UV zářením, snížené hydroxylaci (jaterní a ledvinná onemocnění, hypoparathyreóza), nefrotickém syndromu
- u dětí rozvoj **křivice**, u dospělých **osteomalacie**
- při chronickém renálním selhání osteodystrofie v důsledku poklesu 1alfa-hydroxylace
- zvyšuje riziko rozvoje autoimunitních (tyroiditida, revmatoidní artritida) a civilizačních onemocnění (nádory, deprese aj.)
- náchylnost k infekci - regulační role v produkci antimikrobiálních peptidů (např. katelicidinu)
- Dg. plazmatická koncentrace kalcidiolu a kalcitriolu imunochemickými technikami, příp. HPLC

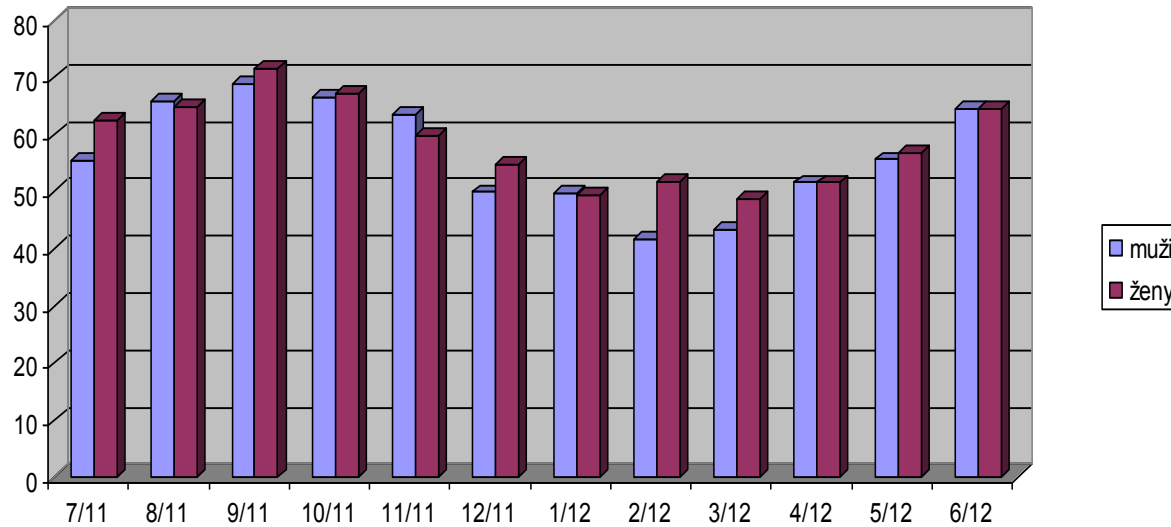


# Rachitis (křivice)



- porucha tvorby kostí - kosti měknou, převažuje chrupavčitá hmota
- ve zdravé kostní tkáni je chrupavčité složky asi 30%, v rachitické kosti až 70%
- ubývá značně fosforečných solí, obsah vápenatých solí se celkem nemění
- dochází k poruchám ve tvaru kostí, kosti dolních končetin se ohýbají, dítě přestává chodit, obratle se hroutí a vznikají zkřiveniny páteře
- zuby rostou nepravidelně a jsou zoubkované, na žebrech je přechod části chrupavčité v kostní ztluštělý a tvoří tzv. **rachitický růženec**

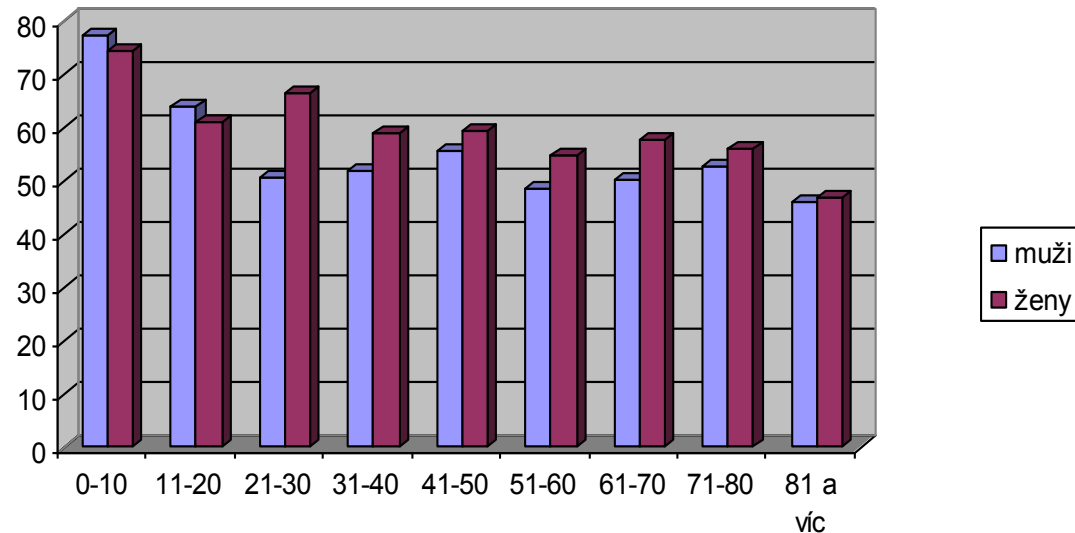
# Vitamin D



Hladiny dle  
ročního období

norma 50-200 nmol/l

Hladiny dle věku



# Vitamin E

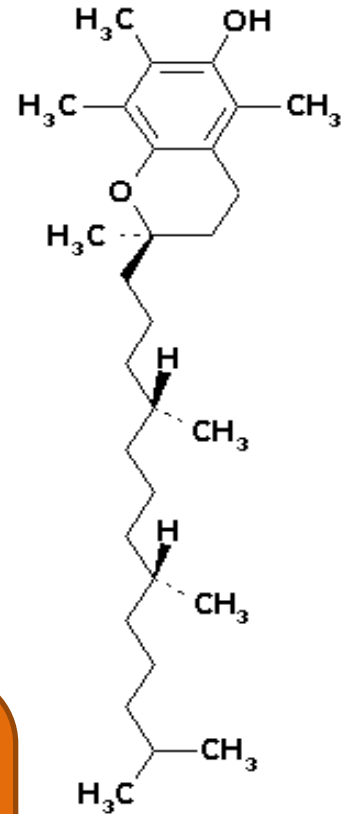
skupinu osmi tokoferolů a tokotrienolů

resorbuje se společně s tuky (míra resorpce je asi 35%)

v enterocytech zabudován do chylomikronů, jako součást VLDL se dostává k cílovým tkáním, skladován je v tukové tkáni

exkrece ze 70-80 % játry, zbytek močí jako kys. tokoferová a gama-laktoglukuronidy

**antioxidační** vlastnosti, chrání erytrocyty před hemolýzou, inhibuje mutageny v trávicím traktu, hraje roli v buněčných signálních drahách



$\alpha$ -tokoferol

# Vitamin E - zdroje, potřeba

- obilné klíčky (olej z pšeničných klíčků), ořechy, mák, žloutek, máslo, mléko, sója, maso
- potřeba se zvyšuje při zvýšeném příjmu nenasycených tuků nebo zvýšeném vystavení se kyslíku (kyslíkové stany apod.)
- poruchy vstřebávání tuků ze střeva mohou vést k příznakům nedostatku tokoferolu, vstřebává se jen společně s tuky

DDD	věk	$\alpha$ -tokoferol (mg)
Kojenci	do 1 roku	3-4
Děti	do 10 let	6-7
Muži	11-99+	10
Ženy	11-99+	8
Těhotné a kojící		10-12



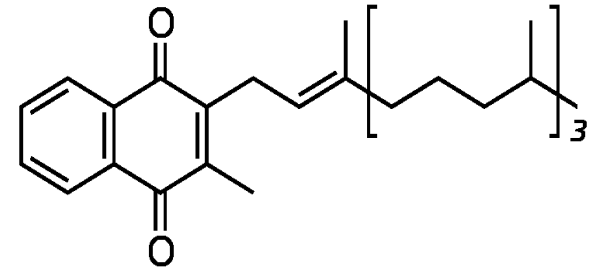
# Vitamin E - deficit

- chronická steatorea, abetalipoproteinemie, špatná parenterální výživa, malnutrice, u pacientů po resekci střeva
- rozvoj hemolytické anémie v důsledku porušené stability membrány a zkrácením životnosti erytrocytů (u novorozenců)
- funkční změny periferního nervstva a zvýšení exkrece kreatininu
- myopatie, nekrózy svalů, hypo- až areflexie, spinocereberální ataxie, retinopatie
- neurologické potíže, snížení obranyschopnosti nebo poruchou funkce gonád (až k neplodnosti)
- Dg. koncentrace vitamínu E v plazmě/séru (kapalinová chromatografie s UV nebo fluorescenční detekcí, popř. plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií)

# Vitamin K

deriváty naftochinonu  
fylochinon (fytomenadion, K1)  
a menachinony (K2)  
"Koagulation,, - srážení krve

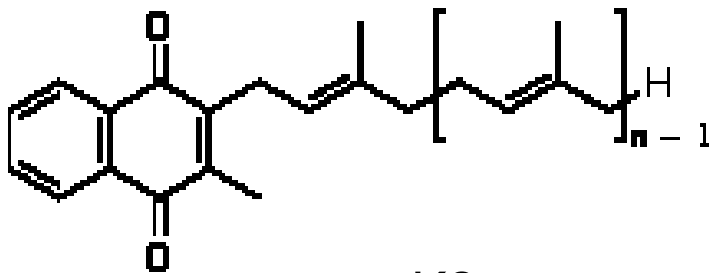
v játrech  
omezené  
zásoby K2



Vitamin K1

syntetické deriváty  
menadiol a  
menadion jsou  
rozpuštné ve vodě

přeměna glutamátových zbytků v  
bílkovinách na gamakarboxyglutamát,  
který je následně schopen vázat  $\text{Ca}^{2+}$



Vitamin K2

faktory krevního srážení II,  
VII, IX a X, protein C a S a  
osteokalcin (kostní  
novotvorba a remodelace)

# Vitamin K - zdroje, potřeba

- K1 – listová zelenina, brokolice, ovesné vločky, sójový, řepkový, olivový olej, petržel
- K2 – syntetizován střevními bakteriemi, ve fermentovaných potravinách
- v doplňcích stravy je možno získat vitamíny K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>

DDD	věk	Vitamin K (μg)
Kojenci	do 1 roku	2-2,5
Děti	do 13 let	30-60
Mladiství	do 18 let	75
Dospělí	18-99+	90-120
Těhotné a kojící		75-90





# Vitamin K - deficit

- v důsledku léčby antikoagulanty (kumariny = warfarin)
- méně časté příčiny deficitu malabsorpce lipidů a chybění střevní mikroflóry po antibiotické terapii
- projevem je zvýšená krvácivost (z nosu, dásní, krev v moči, u kojenců k intrakraniální hemoragii)
- řídnutí kostí (osteoporóza) u žen po menopauze, špatná karboxylace osteokalcinu a snížená aktivita osteoblastů, riziko osteoporotické zlomeniny
- antidotum při předávkování p.o. antikoagulancii
- Dg. stanovení koncentrace vitamínu K1 v plazmě se využívá převážně kapalinová chromatografie

# To je vše...

➤ Děkuji za pozornost....

