

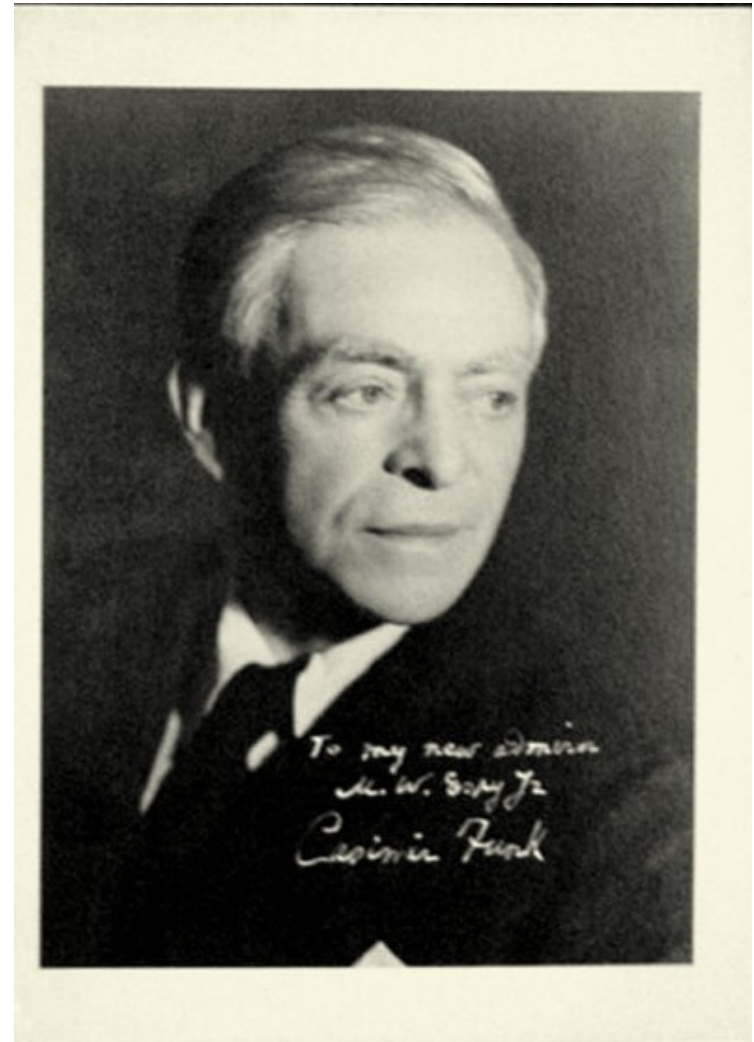
Vitaminy



MUDr. Miroslava Hlaváčová, PhD.
Biochemický ústav LF MU

Historie

- **Casimir Funk** – v roku 1912 jako 28-ročný zavedl pojem **vitamine** odvozený ze slov vita a amine



Definice

Vitaminy jsou nízkomolekulární organické sloučeniny různých chemických vlastností, které si organismus neumí sám syntetizovat a v malém množství jsou nevyhnutné pro řadu biochemických a fyziologických funkcí lidského organismu.

Patří mezi esenciální nutrienty, spolu s nutrienty energetického metabolismu (např. k. linolová), esenciálními aminokyselinami, minerály a stopovými prvky.

Vlastnosti

- rozpustnost – základní dělicí vlastnost
- v krystalické podobě stabilní
- méně stabilní ve vodních roztocích (oxidace)
- pH (kyselé pH OK, alkalické ne - acidifikace)
- teplota
- kyslík (redukční agens)
- UV záření (vit. A, B2), světlo (flavonoidy)
- kovové ionty (chelatačné činidla)

Stanovení

- **mikrobiologické testy** – obsoletní, inkubace extraktu vzorku s mikroorganizmem, pro který je daný vitamin esenciální
- **chemické metody** bez separace – především analýzy potravinářských a farmaceutických vzorek, ne biologických (mnoho interferencí), využívají se fyzikální a chemické vlastnosti vitaminů

Stanovení II.

- **separační metody** – časté, zejména HPLC s různými druhy detekce, případně v kombinaci s hmotnostní spektrometrií, umožňují aj oddělení izomérů, pro složitější matrice se vyvíjejí postupy pro použití kapilární elektroforézy
- **enzymové metody** – stanovuje se aktivita vitamin-dependentního enzymu

Stanovení III.

- **imunochemické metody** – využívají specifické protilátky, nenáročné, problémem jsou zkřížené reakce
- příprava vzorky – ochrana vzorky před a v průběhu transportu, zkoncentrování a čištění vzorky

DDD*

Doporučené denní dávky vitaminů

Vitamin	Jednotka	Množstvo
B ₁	mg	1,1
B ₂	mg	1,4
B ₃	mg	16
B ₅	mg	6
B ₆	mg	1,4
B ₉	μg	200
B ₁₂	μg	2,5
Vitamin C	mg	80
Biotin	μg	50
A	μg	800
D	μg	10 (=400 IU)
E	mg	12
K	μg	75

*platí pro zdravé lidi ve věku od 23-50 let, netěhotné ženy, existují aj DDD podle pohlaví

Dělení vitaminů

vitaminy rozpustné ve vodě		vitaminy rozpustné v tucích	
B ₁	thiamin	A	retinol
B ₂	riboflavin	D	kalCIFerol, kalciol
B ₃	niacin, nikotinamid, vitamin PP	E	α-tokoferol
B ₅	kyselina pantotenová	K _{1, 2, 3,}	fylochinony
B ₆	pyridoxin		
B ₇	biotin, vitamin H		
B ₉	kyselina listová		
B ₁₂	kobalamin		
C	kyselina askorbová		

„B – komplex“

Porovnání dvou skupin vitaminů

	Vit. rozpustné v tucích	Vit. rozpustné ve vodě
Absorpce	s lipidy (+ soli žluč. kyselin)	lehká*
Transportní proteiny	ano	ne*
Skladování	ano	ne*
Vylučování	ne	ano
Deficit	po vyčerpání zásob	vzniká rychle*
Toxicita	možná hypervitaminóza	zřídka
Léčba deficitu	aj vysoké jedn. dávky	pravidelný příjem

*kromě vitamínu B12

Poruchy

- hypervitaminóza – především u vit. A a D
- hypovitaminóza – nedostatečný příjem vitaminů – deficit v potravě, nedostatečná absorpce, nefunkční mikroflóra, porucha vnitřní biotransformace, zvýšená potřeba
- avitaminóza – těžký stupeň deficitu

Vitaminy rozpustné ve vodě

Vitamin B1 - thiamin

- účinnou formou je thiamindifosfát
- **funkce:**
 - oxidační dekarboxylace 2-oxokyselin v citrátovém cyklu (pyruvát, α -ketoglutarát)
 - transketolázová aktivita v pentózovém cyklu (PNS, CNS, kardiomyocyty, erytrocyty)
 - stimulace neutrofilů a leukocytů
- **zdroje** – droždí, otruby, játra, ovesné vločky, neloupaná rýže, ořechy, pohanka, klíčky
- alkohol inhibuje aktivní transport do enterocytů!!! (pasivní je zachován, funguje od dávky 5mg/den, (DDD 1,1mg))

metabolizmus sacharidů

Deficit thiaminu

- beri – beri (slovo znamená slabost)
 - první příznaky: anorexie, dyspepsie, slabost, únava
 - *suchá forma*: postihnutí periferních nervů zejména DKK, parestézie až anestézie, paralýza
 - *mokrý forma*: otoky, dušnost, hepatomegalie, tachykardie, selhání srdce, laktátová acidóza (pyruvát se mění na laktát)
- Wernickeova encefalopatie (těžká malnutrice)
 - psychóza, ataxie, nystagmus, oftalmoplegie + symptomy beri-beri
- pozor na parenterální výživu!! (acidóza nereagující na alkalizaci)

Vitamin B₂ - riboflavin

- součástí kofaktorů FAD a FMN
- funkce:
 - transport elektronů v DŘ
 - redoxní reakce AK, sacharidů, purinů
 - integrita buněčné membrány
 - kofaktor glutathionreduktázy (antioxidační účinek)
 - detoxikace léků a xenobiotik
- zdroje – sýry, vejce, maso, brokolice, petržel, kvasnice, mléko, celozrnné výrobky

Deficit riboflavinu

- není známá porucha z izolovaného nedostatku, spíš komplex příznaků z malnutrice a chybění jiných vitaminů skupiny B
- zápal spojivek, rohovky, nervové poruchy, angulární stomatitida/cheilosis, glositida
- uvažovaný vplyv na pokles imunity
- avitaminóza – zpomalený růst



<http://healthh.com/cheilosis/>

Vitamin B₃ - niacin

- součástí NAD⁺ a NADP⁺, částečně syntetizovaný v organismu z tryptofanu (provitamin)
- funkce:
 - ovlivňuje funkce cca 200 enzymů
 - redoxní reakce, CC, syntéza a oxidace MK
 - vazodilatace
 - redukce celkového cholesterolu a LDL (inhibuje flux volných MK z tukového tkaniva)
 - replikace a reparace DNA, apoptóza
- zdroje – maso, játra, tuňák, slunečnice, arašídý, hrách, fazole, droždí, v menší míře obiloviny

Deficit niacinu

- aby vznikl deficit, musí chybět i tryptofan
- nedostatek vitaminů B₁, B₂, B₆, mědi, železa a hořčíku zhoršuje přeměnu tryptofanu na niacin
- pelagra – „nemoc třech D“
 - dermatitis – záněty kůže, motýlový erytém při opalování
 - diarrhoe
 - demence, deprese, iritabilita, později dezorientace, halucinace
 - další – červený vyhlazený jazyk, neuritida, ataxie, epileptiformní křeče

Nadbytek niacinu?

- možný u diabetiků, kde se niacin podává na zlepšení tolerance a metabolismu sacharidů a lipidů
- vazodilatace (bolesti hlavy, nauzea, zvracení)
- hepatitida až fulminantní selhání jater
- trombocytopenie
- myopatie

Vitamin B₅ – kyselina pantotenová

- součástí koenzymu A
- funkce:
 - esenciální pro reakce v metabolismu lipidů a sacharidů
 - uvolňování energie sacharidů a lipidů
 - syntéza hemu, sterolů, lipidů
 - acetylační reakce, glukoneogeneze
- zdroje – živočišné potraviny, celozrnné obiloviny, zelenina, částečně syntetizovaná mikroflórou

Deficit kyseliny pantotenové

- ojedinělý (hladomor, trestanci, chronický alkoholici)
- jsou popisované:
 - burning foot / Gopalanův syndrom
 - poruchy sluchu, únava, deprese, zhoršený spánek
 - zhoršené hojení rán a přihojení transplantátů
 - poruchy imunity, zvýšený sklon k infekcím
- oblíbený potravinový doplněk



Kyselina pantotenová 200 mg

Výživový doplněk s vysokým obsahem kyseliny pantotenové

Balení : 100 tablet ▾

Kód produktu: 20140043

258 Kč

Množství:

[Přidat do košíku](#)



[f Sdílejte na Facebooku!](#)

[Tisk](#)

[Více informací](#)

[Komentáře](#)

Kyselina pantotenová je známá jako vitamín B5.

Kyselina pantotenová přispívá:

- Pomáhá při hojení ran.
- Potlačuje infekci podporou tvorby protilátek.
- Odstraňuje únavu.
- Tlumí toxické působení antibiotik.
- Snižuje hladinu cholesterolu a triglyceridů.

Složení:

<u>Název živiny</u>	<u>Obsah v 1 tabl.</u>	<u>%DDD</u>
Kyselina pantotenová (jako pantothenan vápenatý)	200 mg	3333%

Vitamin B₆ – pyridoxin

- součástí pyridoxalfosfátu
- funkce:
 - ovlivňuje funkce více než 100 enzymů
 - dekarboxylace, transaminace, deaminace AK
 - metabolismus lipidů, metioninu a cysteinu
 - glukoneogeneze, glykogenolýza
 - syntéza DNA, hemu, niacinu, neurotransmiterů, myelinu, taurinu
- zdroje – droždí, pšeniční klíčky, celozrnný chléb, banány, ořechy a semínka, pohanka, otruby, maso

Deficit pyridoxinu

- neurologické symptomy (nedostatek serotoninu, adrenalinu, noradrenalinu, GABA), neuritida (poruchy myelinu)
- hypochromní sideroblastická anémie
- hyperhomocysteinémie
- zápalý očních a ústních koutků, folikulární hyperkeratóza
- vrozené abnormality apoenzymů vázaných k pyridoxalfosfátu vedou u novorozenců k mentální retardaci, deformitám skeletu, trombózám, osteoporóze, poruchám vidění



<http://www.medyouth.com/2015/04/the-treatment-methods-to-remove.html>

Vitamin B₇/H – biotin

- kofaktorem enzymů karboxylačních reakcí
- funkce:
 - reakce acetyl-CoA, propionyl-CoA, pyruvátu
 - syntéza mastných kyselin
 - metabolismus PUFA, leucinu, cholesterolu
 - glukoneogeneze, katabolizmus rozvětvených aminokyselin
 - buněčný rast
- zdroje – syntetizovaný mikroflórou, vaječný žloutek, játra, sója, čokoláda, obiloviny, kvasnice, mořské ryby

Deficit biotinu

- velmi vzácný
- je popisovaná nauzea, anorexie, zvracení, bledost, bolesti svalů, suchá kůže, vypadávání vlasů, zvýšená koncentrace cholesterolu a žlučových barviv, deprese

Vitamin B₉ – kyselina listová

- aktivní formou je tetrahydrofolát
- funkce:
 - syntéza methioninu společně s vitamínem B₁₂
 - normální funkce erytrocytů a leukocytů
 - syntéza purinů, DNA
 - konverze homocysteinu na methionin, serinu na glycin
 - klíčová při růstu, dělení a diferenciaci buněk
 - antitumorová funkce (hrubé střevo)
 - prevence defektů neurální trubice u plodu
- zdroje – kvasnice, listová zelenina, ořechy, vnitřnosti, pomerančová šťáva

Deficit kyseliny listové

- defekty neurální trubice plodu, kardiovaskulární onemocnění (hyperhomocysteinémie), makrocytová anémie, trombocytopenie, poruchy GIT (pálení jazyka, záněty sliznic, průjmy, nevolnost, ulcerace sliznic), deprese, psychická nestabilita
- při vysokých dávkách mohou být překryté známky deficitu vitamínu B₁₂, ale zůstává neurologická symptomatologie

Vitamin B₁₂ – kobalamin

- aktivní formou je metylkobalamin a zásobní deoxyadenosylkobalamin
- funkce:
 - maturace erytrocytů
 - kofaktor syntézy DNA/RNA
 - buněčná proliferace, hematopoéza
 - syntéza myelinu a nukleoproteinů
 - recyklace folátových koenzymů
- zdroje – živočišné produkty

Deficit kobalamínu

- 4 stádia:
 1. snížení plazmatických koncentrací
 2. snížení intracelulární koncentrace
 3. metabolické odchylky
 4. klinická manifestace
- megaloblastická a perniciózní anémie, poruchy metabolismu methionínu, narušení syntézy purinů a pyrimidinů, homocystinurie,
- „kombinovaná degenerace“ – narušené senzorycké i motorické dráhy díky nedostatečné syntéze myelinu → parestézie, poruchy vnímání polohy, nejistá chůze, zmatenost, zhoršená paměť, deprese

Vitamin C – kyselina L-askorbová

- funkce:
 - syntéza kolagenu, tvorba osteoidního tkaniva, syntéza proteinů pojivového tkaniva
 - přenášec elektronů v redoxních r., hydroxylační reakce (steroidní hormony)
 - syntéza adrenalinu, 5-hydroxytryptofánu
 - antioxidant
 - metabolismus histaminu, karnitinu
 - metabolismus cholesterolu a žlučových kyselin
 - zvyšuje vstřebávání železa (součást potrav. doplňků)
 - reakce leukocytů (fagocytóza), imunita
- zdroje – citrusy, paprika, brambory, jahody, šípky, černý rybíz, křen

Deficit kyseliny askorbové

- únava, svalová bolest a slabost
 - nechutenství, zvýšený sklon k infekcím, deprese
 - zhoršené hojení ran, anémie, hemoragie a petechie, hemartrózy
 - křehké a zduřené dásně, vypadávání zubů
-
- pozor na nadměrné dávky (urolitiáza, interference s některými biochemickými vyšetřeními)

Vitaminy rozpustné v tucích

Vitamin A – retinol

- názvosloví a přeměny
 - aktivní forma vitamínu A je jen v živočišných tkáních, v rostlinných je ve formě provitamínu A – β -karotenu
 - všechny látky s aktivitou vit. A se nazývají retinoidy:
 - retinol, retinal, kyselina retinová
 - přeměna mezi retinolem a retinalem je vratná, z retinalu vzniká nevratně kyselina retinová
 - vitamin A má vícero trans/cis izomerů (A_1, A_2, \dots)

Vitamin A – retinol

- funkce:
 - fotorecepce světločivých elementů sítnice (retinal)
 - významný faktor genové exprese, reprodukce a embryogeneze, proliferace, diferenciaci a apoptózy (RAR a RXR receptor, kyselina retinová)
 - lipoproteinová a imunologická integrita, stabilita lyzozomů
 - potenciální antioxidační funkce (více zřejmě karotenoidy)
 - nevyhnutný pro udržení správné funkce kůže a epitelu
- zdroje – játra, mléčné produkty, tučné ryby, vaječný žloutek (absorpce ve formě retinolu)
- zdroje karotenoidů – žlutá a oranžová zelenina a ovoce, listová zelenina
- zásoby stačí za fyziologických podmínek na 2 roky

Deficit retinolu

- šeroslepost a xeroftalmie (záněty víček a spojivky, deformace, keratomalácie - měknutí rohovky s přerůstáním cév – riziko oslepnutí)
- xerodermie, folikulární hyperkeratóza a keratinizace epitelu respiračního, GIT a vylučovacího traktu, vyšší riziko infekcí
- narušená imunita (potenciální antitumorózní vliv)

Hypervitaminóza

- toxicita při 20-násobném překročení DDD u dětí a 100-násobném u dospělých
- teratogenní efekt (potraty, VVV)
- vysoký příjem karotenoidů není toxický
- projevy: alopecie, anémie, dermatitis, hepatomegalie, insomnie, hyperlipidemie, zvracení

Vitamin D – kalcio

- D₂ – ergokalciferol (rostlinný původ)
- D₃ – cholekalciferol (tvořený v kůži z prekurzoru)
- funkce:
 - hormon – regulátor kalciového a fosfátového metabolismu (více v následující přednášce)
 - ne úplně pochopená úloha v imunitním systému
- zdroje – slunečné záření (15 min. denně), ryby (makrela, tuňák, sled), vaječný žloutek, játra, mléko, máslo

Deficit kalciole

- zubní kaz, deformity kostry, rachitida, osteomalacie
- substituční léčba
 - profylakticky u dětí 400 jednotek
 - při deficite 1000 jednotek
 - křivice a osteomalacie 5000 jednotek
 - involuční osteoporóza až tisíce jednotek

Hypervitaminóza

- příčinou je obvykle nadměrná substituce, ne slunění (samotným zářením se reguluje množství D_3)
- trvalý pocit žízně, svrbění kůže, průjmy a zvracení, kalcifikace cév a ledvin

Vitamin E – α - tokoferol

- 8 přirozených tokoferolů, α -tokoferol má nejvyšší biologickou aktivitu
- funkce:
 - intracelulární antioxidant, především PUFA membrán (nervové struktury, membrána erytrocytů, LDL)
 - synergický účinek se selenem proti lipoperoxidaci
 - inhibuje mutageny v GIT
 - nedávno potvrzená úloha v buněčných drahách
- zdroje – obilné klíčky, mák, ořechy, vaječný žloutek, rostlinné oleje

Deficit tokoferolu

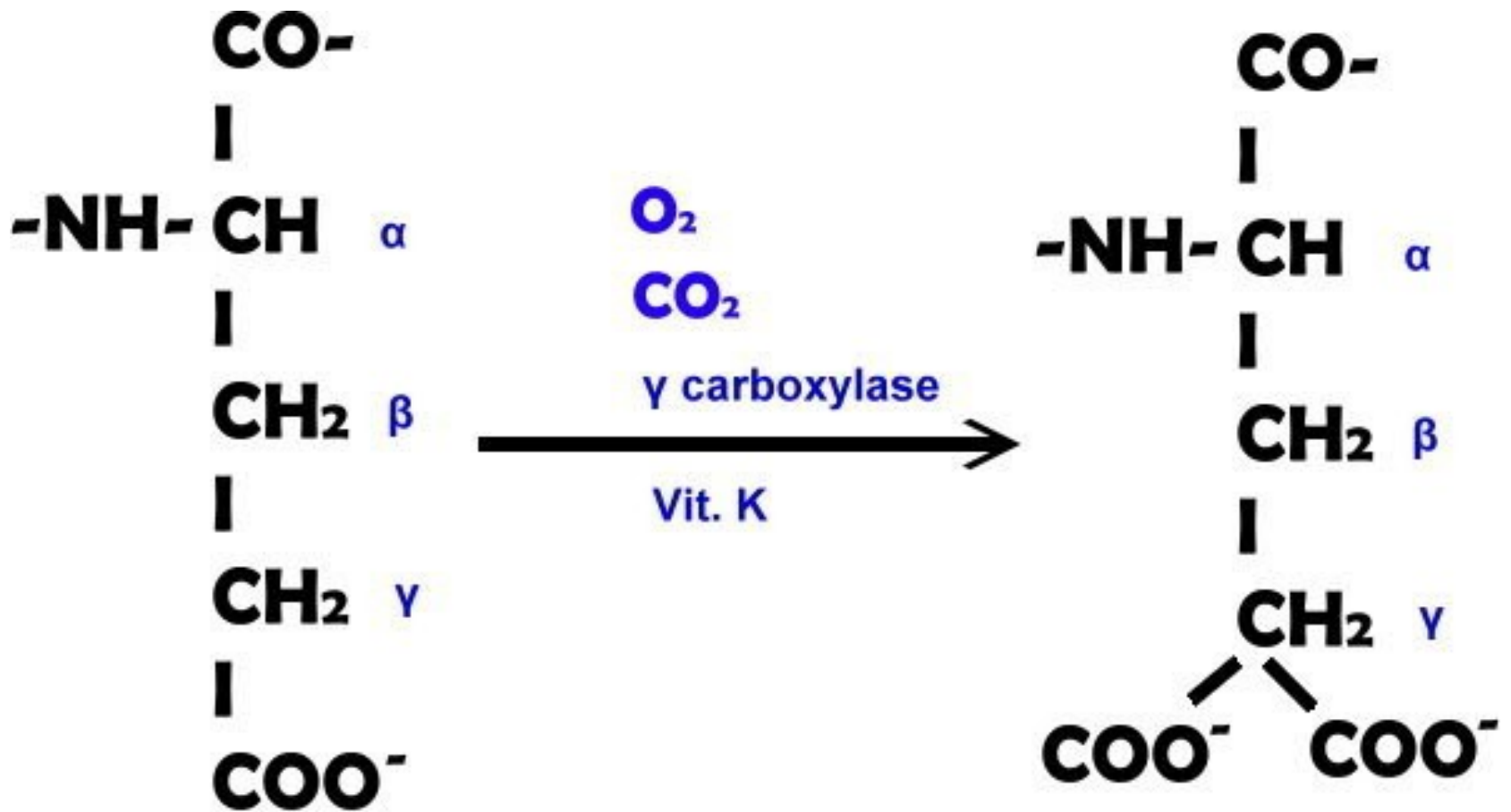
- snížená životnost erytrocytů až hemolytická anémie
- funkční změny periferních nervů
- zvýšená buněčná smrt následkem poškození membrán
- dlouhodobý deficit – myopatie až nekrózy svalů, retinopatie, nekróza jater

Hypervitaminóza

- GIT obtíže, únava, bolesti hlavy, svalová slabost
- může vyvolat poškození plodu

Vitamin K – skupina fylochinonů

- funkce:
 - vitamin K₁ je esenciálním kofaktorem v posttranslační karboxylaci zbytků kyseliny glutamové na γ -karboxyglutamovú (srážecí faktory II, VII, IX, X, protein C, osteokalcin)
 - antidotum při předávkování warfarinem (podání spolu s heparinem)
- zdroje – zelenina (tmavozelené listy), rostlinné oleje, sýry, jogurty



γ CARBOXYLATION

Deficit vitamínu K

- vzácný, rizikovou skupinou jsou kojenci (nepřechází placentou, sterilní střevo → substituce), pacienti s malabsorpcí lipidů
- petechie, sklon ku krvácení, podlitinám

Hypervitaminóza

- rizikovou skupinou jsou opět předčasně narozené děti, kde je nutná substituce, ale je třeba dávat pozor na dávkování
- hemolýza, hyperbilirubinémie, jádrový ikterus, poškození mozku

