

Vitaminy a jejich funkce v organismu

MUDr. Jana Fajfrová

Fakulta vojenského zdravotnictví Univerzity obrany Hradec Králové

Vitaminy jsou organické sloučeniny, které jsou nezbytné pro správný růst, vývoj a funkci celého organismu či některého z jeho orgánů. Jsou zapojeny v celé řadě enzymatických pochodů. Některé jsou aktivátory enzymatického systému, součástí enzymů nebo vstupují do metabolických procesů přímo. V současnosti se v průmyslově vyspělých státech světa setkáváme s příznaky avitaminózy jenom zcela výjimečně. Daleko častěji lze diagnostikovat symptomy některých hypovitaminóz. V posledních letech se věnuje zvýšená pozornost vitaminům především díky jejich antioxidačním účinkům a posilování obranyschopnosti organismu vůči tzv. civilizačním onemocněním.

Klíčová slova: vitaminy, antioxidanty, výživa, deficit vitaminů.

Vitamins and their function in organism

Vitamins are organic substances, which are essential for adequate growth, development and function of the organism. They are needful for optimal enzymatic activity. Many of them are irreplaceable activators of enzymatic systems; they are part of enzymes or directly react in metabolic pathways. At present the classic avitaminosis is rare in developed countries rather we could view symptoms of hypovitaminosis. Recently the attention is focus on antioxidant activity of vitamins and their role in protection against civilizational disease.

Key words: vitamins, antioxidants, nutrition, deficiency of vitamins.

Interní Med. 2011; 13(12): 466–468

Vitaminy jsou organické sloučeniny, které jsou nezbytné pro správný růst, vývoj a funkci celého organismu či některého z jeho orgánů. Jsou zapojeny v celé řadě enzymatických pochodů. Některé jsou aktivátory enzymatického systému, součástí enzymů nebo vstupují do metabolických procesů přímo.

Nedostatek vitaminů, hypovitaminóza, se projevuje širokou škálou poruch jednotlivých funkcí organismu až po velmi vážné onemocnění vyvolané naprostým nedostatkem daného vitaminu, které označujeme jako avitaminóza. Naopak hypervitaminóza je onemocnění způsobené nadměrným příjmem anebo hromaděním daného vitaminu v organismu a jeho toxickým působením. Již od starověku byly lidstvu známy klasické karenní stavy jako skorbut a beri-beri. Jejich léčba i prevence vycházela z empirických poznatků. Až na přelomu 19. a 20. století dochází díky rozvoji analytické chemie k izolování chemických látek, které získaly označení vitaminy podle latinského *vital* a *amine* „životně důležité aminy“. Vitamin B₁ byl první látkou, která byla izolována v krystalické formě, a to až v roce 1926.

V současnosti se v průmyslově vyspělých státech světa setkáváme s příznaky avitaminózy jenom zcela výjimečně. Daleko častěji lze diagnostikovat symptomy některých hypovitaminóz. V dnešní době, spojené s rozvojem potravinářského průmyslu, kdy dochází k obohacování jednotlivých potravin nejrůznějšími látkami včetně vitaminů, se nesetkáváme s hypovitaminózami v důsledku nedostatku vita-

minů v potravě, ale spíše jako následek poruch vstřebávání (malabsorpce tuků, celiakie, střevní záněty, onemocnění jater, pankreatu, obstrukční ikterus, průjemy, léčba antibiotiky), zvýšeného vylučování a při stavech spojených se zvýšenou potřebou (období intenzivního růstu, období intenzivní fyzické aktivity, stres, infekční onemocnění, farmakoterapie, abúzus návykových látek). V posledních letech se věnuje zvýšená pozornost vitaminům především díky jejich antioxidačním účinkům, posilování obranyschopnosti organismu vůči nádorovým, kardiovaskulárním a degenerativním onemocněním a ve stáří.

Vitaminy jsou po chemické stránce velmi heterogenní látky. Významná charakteristika, podle které lze jednotlivé vitaminy rozdělit, je jejich rozpustnost. Vitaminy dělíme do dvou velkých skupin na vitaminy rozpustné v tucích (lipofilní) a na vitaminy rozpustné ve vodě (hydrofilní).

Vitaminy rozpustné v tucích

- Vitamin A – retinol a jeho provitaminy (karotenoidy)
- Vitamin D – kalciferoly
- Vitamin E – tokoferoly a tokotrienoly
- Vitamin K – fylochinony, farnochinony

Vitaminy rozpustné ve vodě

- Skupina vitaminů B-komplexu
 - Vitamin B₁ – thiamin
 - Vitamin B₂ – riboflavin
 - Vitamin B₆ – pyridoxin
 - Vitamin B₁₂ – kyanokobalamin
 - Kyselina listová – folacin

- Kyselina nikotinová a její amid
- Kyselina pantotenová
- Biotin
- Vitamin C

Vitamin A

Vitamin A je důležitým prekurzorem zrakového pigmentu rodopsinu, působí na diferenciaci a růst epitelových buněk, keratinizaci, tvorbu slizničního hlenu, vývoj placenty a spermatogenezi. Účastní se v metabolismu kostí a zubů. Kromě vitaminu A jsou důležité i jeho provitaminy – karotenoidy. Nejvýznamnějším zástupcem je β-karoten, dále α-karoten a γ-karoten. Jedna molekula β-karotenu poskytne hydrolyzou ve střevě 2 molekuly retinolu.

Hlavní zdroj vitaminu A (retinolu) jsou potraviny živočišného původu (vnitřnosti, mléko, rybí tuk) a zdrojem karotenoidů je zelenina a ovoce (mrkev, paprika, rajčata, meruňky, broskve).

K hypovitaminóze dochází při malabsorbci tuků, celiakii, malnutrici, onemocnění jater, onemocnění pankreatu, hypotyreóze, chronických infekčních onemocněních a průjemech. Klinické příznaky hypovitaminózy můžeme dělit na poruchy zraku (porucha adaptace oka na šero, šeroslepost, suché spojivky, poškození rohovky, fotofobie, slepota), postižení sliznic a kůže (suchost, olupování, hyperkeratóza, pruritus), metaplastické změny epitelů, které jsou více náchylné k infekcím (respirační infekce, průjem až kolitidy, hematurie a urolitiáza), anémie s hepatosplenomegalii. Dále se při nedostatku vitaminu A setkáváme se zpomalením osifikace

epifýzových jader a tvorby zubní skloviny. V neposlední řadě dochází k retardaci růstu a ke snížení kognitivních funkcí.

Intoxikace je možná při chybném užívání vitaminových preparátů obsahujících retinol (ne karotenoidy). Způsobuje zvýšení nitrolebního tlaku (únava, apatie, bolesti hlavy, zvracení), zvětšení jater, suchost a svědění kůže, bolesti kloubů, předčasné uzavření epifýz a zástavu růstu.

Vysoké dávky retinolu jsou teratogenní, způsobují kraniofaciální anomálie plodu. Nejvyšší tolerovatelná hranice (UL) retinolu pro těhotné je 2800–3000 µg/den. Karotenoidy nemají teratogenní účinek, proto je jejich použití v těhotenství bezpečné.

Doporučené denní dávky vitaminu A, vyjádřené jako µg retinolového ekvivalentu (1 µg RE = 1 µg retinolu nebo 6 µg β-karotenu), jsou pro dospělé 900 µg RE (muži), 700 µg RE (ženy) a kojící ženy 1200 µg RE.

Vitamin D

Hlavní funkcí vitaminu D spolu s parathormonem a kalcitoninem je regulace metabolismu vápníku a fosforu. Organismus je schopen vlastní syntézy vitaminu D, a to v kůži přeměnou cholesterolu za účasti UV záření. Bohužel v našich zeměpisných šířkách není intenzita slunečního záření dostatečná, a to zejména v zimních měsících. Významným zdrojem jsou potraviny živočišného původu (játra, olej z rybích jater, vaječný žloutek) a fortifikované margariny.

Hypovitaminóza vzniká při jeho nedostatku v potravě kojenců (nízké koncentrace vitaminu D v mateřském i kravském mléce), při malabsorpci tuků, celiakii, enterokolitidě, cystické fibróze, obstrukčním ikteru, onemocnění jater, pankreatu, chronické renální insuficienci, při intenzivním růstu. Dále hladiny vitaminu D snižují lékové interakce (antiepileptika, glukokortikoidy). Klinické příznaky hypovitaminózy se u kojenců a malých dětí projevují rachitidou – deformace kostry (páteř, dlouhé kosti, lebeční kosti), perzistencí velké fontanely do 2. roku života, opožděním dentice, defekty skloviny a zubním kazem. Dále dochází ke snížení svalové síly a tonu a zvýšené náchylnosti k infekcím. U dospělých se setkáváme s osteomalácií – spontánní fraktury, ohýbání dlouhých kostí, myopatie.

V preventivních opatřeních se doporučuje expozice slunečnímu záření od 1. měsíce věku alespoň 20 min. denně. Dále probíhá profylaxe, a to 400–800 IU vitaminu D od 2. týdne života do konce 1. roku. Během druhého roku pokračuje podávání ještě přes zimní období, 2 kapky Infadinu (1600 IU) nebo 2 kapky Vigantolu

(1300 IU) – jsou zohledněny možné ztráty při aplikaci. 1 µg vitaminu D = 40 IU.

Při vysokých dávkách (UL 50 µg/den) po perorálním příjmu (ne z nadměrného slunění) dochází k intoxikaci. Příznaky jsou anorexie, nauzea, zvracení, průjemy, bolesti hlavy, zmatečnost, křeče, srdeční arytmie, polyurie, žíznivost, hyperkalcemie a hyperkalciurie.

U dětí může vzniknout již při mírném předávkování při prevenci rachitidy. V takovém případě dávky > 25 µg/den nesmějí být podávány bez laboratorní diagnostiky deficitu.

Doporučená denní dávka vitaminu D pro dospělé je 15 µg a pro seniory 20 µg.

Vitamin E

Tento vitamin patří mezi nejúčinnější anti-oxidační látky chránící zejména buněčné membrány před poškozením volnými kyslíkovými radikály. Hlavním zdrojem jsou rostlinné oleje, jádra ořechů, vejce, játra a ostatní vnitřnosti.

Hypovitaminóza vzniká vzácně, je spojená s malabsorpcí tuků nebo geneticky podmíněnou abnormalitou transportní bílkoviny pro α-tokoferol. Strava bohatá na polynenasycené mastné kyseliny zvyšuje nároky na přívod vitaminu E. Klinické příznaky hypovitaminózy se projevují zejména u dětí s nízkou porodní hmotností – neurologická onemocnění, svalové dystrofie, hemolytická anémie, krvácení do sítnice.

Doporučená denní dávka vitaminu E pro dospělé je 15 mg.

Vitamin K

Vitamin K je důležitým koenzymem při transportu karboxylových skupin, účastní se tvorby hemokoagulačních faktorů (faktor II, VII, IX a X) a je potřebný i pro kostní kalcifikaci.

Důležitým zdrojem jsou zelené rostliny a řasy (špenát, brokolice, luštěniny), játra, vejce, maso a mléko. Dalším zdrojem je produkce vitaminu K činnostmi střevní mikroflóry.

S hypovitaminózou se můžeme setkat u novorozenců – tzv. přechodná hypovitaminóza K – pozvolný rozvoj endogenní produkce střevní mikroflóry. U dospělých se objevuje zřídka, a to v důsledku poruchy endogenní produkce střevní mikroflóry anebo malabsorpcí tuků, při celiakii, obstrukčním ikteru, onemocnění jater, chronickém průjmu, ulcerativní kolitidě, syndromu krátkého střeva nebo po podávání širokospektrých antibiotik a antikoagulancií (kumarinové preparáty). Klinické příznaky hypovitaminózy jsou hemoragická nemoc novorozenců – krvácení do sliznic a orgánů. U dospělých krvácení z nosu,

v urogenitálním a gastrointestinálním traktu, ve svalích a podkoží.

Obdobně jako u vitaminu D probíhá profylaxe – po narození 1 mg vitaminu K i.m. nebo p.o. v týdenních intervalech do 1. měsíce věku. Poté u kojených dětí 1× měsíčně do 6 měsíců věku. Doporučená denní dávka pro dospělého je 80–100 µg.

Vitamin C

Hlavní funkce vitaminu C je kofaktor enzymatických systémů zapojených v metabolismu základních substrátů, kolagenu, karnitinu, katecholaminů, peptidových i steroidních hormonů, podílí se na transformaci cholesterolu na žlučové kyseliny, biotransformaci cizích látek a resorpci železa. Dále se podílí na ochraně organismu před poškozením volnými radikály, podporuje celkovou obranyschopnost organismu stimulací imunitního systému.

Vitamin C se nachází skoro ve všech živých organizmech, nejvíce ho obsahuje čerstvá zelenina a ovoce. Mnoho potravinových výrobků je vitaminem C obohacováno.

Avitaminóza (Skorbut) je v dnešní době vzácná. Může se vyskytnout u jedinců, kteří nepřijímají ani minimální dávku vitaminu C, která činí 8–10 mg/den. S hypovitaminózou se můžeme setkat v jarním období v důsledku nedostatku vitaminu C v potravě. K hypovitaminóze dochází i při zvýšených potřebách organismu (období růstu, extrémní tělesná zátěž, stres, infekční onemocnění, abúzus drog a alkoholu, kouření). Mezi klinické příznaky hypovitaminózy patří únava, anémie, neprosívání, náchylnost k infekcím, hematomy, petechie, záněty a krvácení dásní, bolest kostí, zhoršené hojení ran.

Předávkování vitaminem C je extrémně vzácné. Při denních dávkách vyšších než 200 mg se rapidně zrychluje renální exkrece. Při denním příjmu vyšším než 1 g se významně zvyšuje riziko tvorby oxalátových kamenů. Denní příjem vitaminu C v dávce 2–3 g způsobuje u většiny lidí významné průjemy díky osmotickému efektu nevstřebaného vitaminu. Nejefektivnější dávka pro udržení maximální zásoby vitaminu C v organismu je 100 mg denně. Při podávání vyšších dávek je účelnější zvolit lékové formy s postupným uvolňováním.

Doporučená denní dávka pro dospělého je 60–100 mg.

Vitaminy skupiny B

Vitaminy skupiny B jsou zapojeny do buněčných enzymatických systémů energetického a substrátového metabolismu. Účastní se při

vedení nervového vzruchu. Pro svůj společný výskyt se málokdy vyskytuje izolovaný deficit jednoho vitamínu. Vitaminy skupiny B jsou obsaženy jak v rostlinných surovinách (obilniny a produkty z nich, rýže, brokolice, hrášek, ořechy), tak i v živočišných produktech (maso, vnitřnosti, vejce, sýry, tuňák, losos).

Hypovitaminóza může vzniknout při nedostatku v potravě (konzumace bílého pečiva), při poruše vstřebávání (atrofická gastritida, celiakie, enterokolitida, onemocnění jater, pankreatu, syndrom krátkého střeva, chronický průjem) nebo zvýšených potřebách (růst, zvýšená fyzická aktivita, infekční onemocnění, léčba antibiotiky, diabetes, hypertenze, novorozenecký ikterus léčený fototerapií, těhotenství, strava bohatá na sacharidy, abúzus alkoholu).

Příznaky hypovitaminózy se projevují zejména ovlivněním tkání s rychlým metabolismem.

Deficit vitamínu B₁ (thiamin) může vyústit ve 3 různé syndromy.

Suchá forma beri-beri – jedná se o deficit thiaminu charakterizovaný polyneuropatií s paresteziemi převážně dolních končetin, areflexií, slabostí a atrofií svalstva, s postižením vyšších nervových center a někdy zmateností. Současně je vyšší sklon k infekcím.

Srdeční forma beri-beri – jedná se o deficit thiaminu charakterizovaný edémem ascendentního typu, hromaděním výpotku v některých dutinách, otoky (hlavně na dolních končetinách, ale také na trupu a v obličeji), postupující hypertrofií a dilatací srdeční s příznaky venózního městnání. Postižený je trvale ohrožen náhlým oběhovým selháním.

Syndrom Wernicke-Korsakov – tento syndrom se vyskytuje pouze při alkoholismu nebo při abúzu omamných látek. Projevuje se zmateností, dezorientací, oftalmoplegií, nystagmem, diplopií a ataxií (Wernickeho encefalopatie). Dále se projevuje vážnými ztrátami paměti a konfabulací (Korsakova psychóza).

Denní doporučené množství thiaminu je pro dospělé 1,2 mg (muži), 1,1 mg (ženy) a pro těhotné a kojící 1,4 mg.

Deficit vitamínu B₂ (riboflavin) se klinicky projevuje jako cheilitida, angulární stomatitida, atrofická glositida a seboroická dermatitida. Může se objevit i konjunktivitida s vaskularizací rohovky a zákalem čočky vedoucí k rozvoji katarakty. Dále deficit riboflavinu může přispět k rozvoji druhotného deficitu železa vedoucímu k anémii. Denní doporučené množství riboflavinu je pro dospělé 1,6 mg (muži), 1,3 mg (ženy), těhotné 1,6 mg a kojící 1,7 mg.

Deficit vitamínu B₆ (pyridoxin) je vzácný, může se vyskytnout spolu s deficitem riboflavinu. Setkáváme se s ním především u alkoholiků. Projevuje se zvýšenou pohotovostí ke křečím, mikrocytární anémií nebo nespecifickou dermatitidou. Denní doporučené množství pro dospělé je 1,5–2 mg.

Deficit vitamínu B₁₂ (kyanokobalamin) je velmi vzácný pro jeho široké zastoupení v živočišné stravě. Proto se s ním můžeme setkat u vegetariánů, respektive u veganů, kteří nekonzumují ani mléčné výrobky a vejce. Ke klinickým symptomům patří perniciózní anémie, periferní neuropatie a omezení růstu. Dále deficit B₁₂ způsobuje zvýšení hladin homocysteinu v plazmě. Denní doporučené množství pro dospělé je 1,5–2,5 µg, pro těhotné a kojící ženy je to 3 µg.

Deficit kyseliny listové se projevuje především v rychle se dělících buňkách. Ke klinickým symptomům patří megaloblastická anémie, trombocytopenie i leukopenie. K nespecifickým příznakům patří poruchy růstu, záněty v dutině ústní, poruchy zažívacího traktu, celková slabost a únava. Dále deficit kyseliny listové způsobuje zvýšení hladin homocysteinu v plazmě. V těhotenství deficit kyseliny listové je spojován s defektem neuronální trubice plodu. Denní doporučené množství pro dospělé je 200 µg, pro těhotné je 400 µg.

Deficit niacinu se projevuje jako pellagra (nemoc tří D). K typickým příznakům pellagry patří dermatitida, diarreha a demence. Deficit niacinu vede k poruchám sekrece kyseliny solné v žaludku a tím k poruše vstřebávání vitamínu B₁₂. Denní doporučené množství pro dospělé je 16–22 mg.

Deficit kyseliny pantotenové je pro její široké zastoupení ve smíšené stravě ojedinělý. K projevům deficitu patří dermatitida, depigmentace, vypadávání vlasů, anémie, celková slabost, únava. Denní doporučené množství pro dospělé je 8 mg, pro těhotné a kojící ženy 10 mg.

Deficit biotinu je vzácný vzhledem k vysokému obsahu v potravě a i díky jeho syntéze střevní mikroflórou. Deficit se může projevovat exantémem v oblasti obočí a na tvářích, eventuálně svalovou slabostí. Denní doporučené množství pro dospělé je 30–100 µg.

Předávkování nebývá u této skupiny vitaminů moc časté, ale můžeme se setkat s neurologickou symptomatologií po dlouhodobém podávání vysokých dávek vitamínu B₆ (více než 1 g/den). Suplementace kyselinou listovou ve vy-

sokých dávkách (více než 5 mg/den) může maskovat příznaky deficitu vitamínu B₁₂. Dlouhodobé vysoké dávky niacinu (3–7 g) způsobují bolesti hlavy, návaly krve do obličeje, pocit horka, závrať, palpitace a zvracení. Dále vedou ke zhoršené glukózové toleranci, hyperurikémii a k poškození jaterních funkcí.

Literatura

- Berger MM. Can oxidative damage be treated nutritionally? *Clinical Nutrition*, 2005; 24: 172–183.
- Bureš J, Horáček J, a kol. *Základy vnitřního lékařství*. Galén a Karolinum Praha 2003: 870 s.
- Commission of the European Communities. Nutrient and energy intakes for the European Community. Reports of the Scientific Committee for Food Thirty-first series. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1993.
- Fajfrová J, Hlúbik P, Pavlík V, Halajčuk T. Importance of vitamins – recommendation for intake. *Żywnienie człowieka i metabolizm*, 2005; 32(1): 565–570.
- FAO/WHO. Report of a joint FAO/WHO expert consultation Bangkok, Thailand. Human Vitamins and Mineral Requirements. 2001 FAO Rome, Italy.
- Fujimori S, Gudys K, Takahashi Y, et al. Determination of the minimal essential serum folate concentration for reduced risk of colorectal adenoma. *Clinical Nutrition*, 2011; 30: 653–658.
- Hathcock JN. Vitamin and Mineral Safety. 2nd Edition. Council for responsible nutrition. 2004.
- Hlúbik P, Fajfrová J. Vitaminy dětského věku. *Praktické lékařství*, 2005; 2: 104–109.
- Hlúbik P, Opltová L. Vitaminy. Praha, Grada 2004; 232 s.
- Koletzko B, Goulet O, Hunt J, et al. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2005; 41(2): S1–S87.
- Opltová L, Hlúbik P, Chaloupka J, Pavlík V. Antioxidanty ve vybrané české populaci. *Ateroskleróza*, 2000; 4(1): 61–65.
- Pavlík V, Fajfrová J, Hlúbik P, Drahokoupilová E. Vitamin levels in a selected population in the Czech Republic. *Neuroendocrinology letters*, 2010; 31(Suppl 2): 120–123.
- Shenkin A. The key role of micronutrients. *Clinical Nutrition*, 2006; 25: 1–13.
- Reference values for nutrient intake. Bonn: DGE, 2002; 216 s.
- Šašínska M, Šagát T, a kol. *Pediatrica. Satus s.r.o., Košice* 1998; 1156 s.
- WHO/FAO. Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition, 2nd edition. WHO 2005; 341 s.
- WHO. Management of severe malnutrition: a manual for physicians and other senior health workers. WHO 1999.

Článek přijat redakcí: 1. 11. 2011

Článek přijat k publikaci: 14. 11. 2011

MUDr. Jana Fajfrová

Fakulta vojenského zdravotnictví
Univerzity obrany Hradec Králové
Třebešská 1575, 500 01 Hradec Králové
fajfrova@pmfhk.cz

