

VITAMINY – DŮLEŽITÝ FAKTOR OVLIVŇUJÍCÍ ZDRAVÍ

1. ČÁST – METABOLIZMUS LIPOSOLUBILNÍCH VITAMINŮ

doc. MUDr. Pavel Hlúbik, CSc.

Vojenská lékařská akademie JEP, Hradec Králové

Adekvátní příjem vitaminů – vitaminu A, beta karotenu, vitaminu E, vitaminu D, vitaminu C, kyseliny listové, ale i minerálních látek selenu a kalcia, dále vlákniny, eventuálně dalších protektivně působících látek, nacházejících se ve stravě, lze využít v nutriční prevenci. Racionální strava s vyváženým příjmem základních nutrientů, minerálií a vitaminů je důležitým předpokladem udržení a zlepšení aktuálního zdravotního stavu jednotlivce i celé populační skupiny.

Klíčová slova: vitaminy, prevence, výživa, hypovitaminózy, avitaminózy.

VITAMINS, IMPORTANT COMPONENTS INFLUENCING HEALTH

PART I. – METABOLISM OF FAT-SOLUBLE VITAMINS

An intake of vitamin A, beta-carotene, vitamin E, alfa-tocopherol, vitamin C, folate, the trace element Selenium, Calcium, fiber and other protective nutrients which are present in our food can be sufficient for nutritional prevention. Adequate daily dietary intake of basic nutrients, vitamins and trace elements is required to sustain and improve the health status of individuals in particular and the population as a whole.

Key words: vitamins, prevention, nourishment, vitamin deficiencies.

Úvod

Vitaminy jsou organické sloučeniny, jejichž chemická struktura je velice různorodá. Patří mezi nezbytné esenciální mikronutrienty, které lidský organizmus není schopen syntetizovat – kromě vitaminu D. V organismu zasahují do řady bi-ochemických reakcí přímo, nebo jako koenzymy. V případě poklesu hladin jednotlivých vitaminů ve vnitřním prostředí dochází k projevům hypovitaminózy nebo avitaminózy. Hypovitaminózy se klinicky manifestují řadou nespecifických příznaků, avitaminózy se manifestují specifickými příznaky (avitaminóza C – skorbut neboli kurděje). Pokles plazmatických hladin jednotlivých vitaminů může být způsoben snížením příjmu z potravin (v průmyslově vyspělých státech se s ním prakticky nesetkáváme). Dalším důvodem je přítomnost antivitaminu ve stravě. K poklesu hladin v plazmě dále může vést zhoršená resorpce ze zažívacího traktu nebo zvýšená potřeba organismu v zátěžových situacích (vztah thiaminu k metabolismu glycidů v zátěžových, krizových situacích). Při nadměrném přívodu vitaminů (vitamin A, D, E) stoupá jejich koncentrace v plazmě a může dojít k manifestaci hypervitaminózy až k projevům toxicity.

Vitaminy lze rozdělit podle jejich rozpustnosti na hydrosolubilní a liposolubilní. K hydrosolubilním vitaminům se řadí vitaminy skupiny B a vitamin C. Do skupiny liposolubilních vitaminů patří vitaminy D, E, K, A. V případě, že člověk konzumuje stravu bohatou na liposolubilní vitaminy, dochází k jejich teauraci především v játrech a v tukové tkáni. Z takto vytvořených zásob jsou pak v období nedostatečného příjmu uvolňovány postupně podle potřeby organismu relativně dlouhou dobu, až několika měsíců. Vitaminy rozpustné ve vodě organizmus nedovede uskláňovat do zásob, a proto se příznaky hyposaturace klinicky manifestují v průběhu několika dní eventuálně týdnů po omezení jejich konzumace.

Vitamin A

Do skupiny vitaminu A je zařazována řada látek s obdobnými fyziologickými funkcemi a velice podobnou chemickou

strukturou. Základní a současně referenční látkou je retinol (vitamin A₁). K dalším se řadí retinal (vitamin A₂). Kromě vitaminu A, obsaženého v živočišných potravinách, je lidský organizmus zásobován z rostlinné stravy provitaminy – karotenoidy, které se po rozštěpení v organismu mění na aktivní formy vitaminu A. Do skupiny karotenoidů s nejvyšší vitamínovou aktivitou patří beta-karoten, dále alfa a gama-karoten, jejichž účinnost je menší. Vitamin A je rozpustný v tucích, a proto je jeho resorpce závislá na přítomnosti tuku ve stravě. Vitamin A je inaktivován UV zářením, oxidací, při kulinární úpravě dochází ke ztrátám v průběhu smažení a pečení.

Vitamin A a karoteny aktivně zasahují do řady fyziologických pochodů v lidském organismu. K základní funkci patří ovlivňování metabolismu rodopsinu (proces vidění), dále ovlivňuje diferenciaci buněk a jejich růst (epiteliálních – sliznice, kožních, krve tvorných). Zasahuje do syntézy bílkovin, nukleových kyselin a lipoproteinů. Vitamin A je nezbytný pro diferenciaci a zrání pohlavních buněk a pro vývoj plodu. Patří k látkám s antioxidační aktivitou, má antikarcinogenní účinky (tabulka 2).

Deficit vitaminu A se klinicky manifestuje řadou symptomů: šeroslepost, světloplachost, nechutenství, zástava růstu, snížení imunitní odolnosti, poruchy fertility a krvetvorby. Nedostatek vitaminu A se nejdříve manifestuje v tkáních s rychlým metabolickým obrátem (sliznice, kůže). Na kůži se objevuje suchost, olupování, hyperkeratóza, akne vulgaris. Ve vlasech lze při vyšetření zjistit rohovatění folikulů, suché vlasy, u nehtů je pozorována zvýšená lomivost. Na oku se objevuje xerofthalmie, konjunktivitida, dochází k poškození rohovky a v konečném stádiu vitamínové karence dochází až k oslepnutí.

Dlouhodobý nadměrný příjem vitaminu A vede ke vzniku toxických projevů hypervitaminózy, které se manifestují bolestmi hlavy, apatií, nechutenstvím, nauzeou, zvracením, slabostí a celkovou únavou a poklesem tělesné hmotnosti. Na sliznici dutiny ústní se tvoří ragády, objevují se bolesti kloubů a cirhóza jater.

Doporučená denní dávka vitamínu A je závislá na věku osoby a na fyziologickém stavu. V těhotenství a v průběhu kojení stoupají nároky organismu na příjem vitamínu A. V tabulce 1 jsou uvedeny doporučené, nepřekročitelné, nebezpečné a teratogenní denní dávky vitamínu A v těhotenství. Koncentrace retinolu v plazmě: 30–95 µg/100 ml.

K nejdůležitějším zdrojům vitamínu A patří rybí olej, játra, máslo, sýr, vejce. Karotenoidy jsou obsaženy především v mrkvi, petrželi, špenátu, zelené paprice, meruňkách.

Vitamin D

Do skupiny vitamínu D patří několik látek s velice podobným fyziologickým působením: D₃ – cholekalciferol vzniká v kůži ze 7-dehydrocholesterolu působením ultrafialového záření, z kůže volně difunduje do krevního řečiště. Vitamin D₂ – ergokalciferol je syntetická forma vznikající z ergosterolu působením záření a má stejné fyziologické účinky jako cholekalciferol. K dalším látkám, zařazovaným do skupiny vitamínu D, patří vitaminy D_{4,5,6,7,8}. Jejich účinnost se pohybuje v rozmezí 0,1–0,01 účinnosti cholekalciferolu.

Vzhledem k tomu, že se jedná o liposolubilní vitamin, je při jeho vstřebávání nutná přítomnost tuků. Pro resorpci se cestou chylomikronů dostává do jater, kde je zahájena jeho metabolická přeměna. V játrech jsou zásoby vitamínu D minimální. Důležitějším zdrojem cholekalciferolu než strava je jeho syntéza v kůži, která pokrývá potřeby organismu z 80 %.

K základním fyziologickým účinkům aktivního vitamínu D₃ lze zařadit především stimulaci resorpcí kalcia a fosforu ze zažívacího traktu do krve. V kostní tkáni podporuje proces mineralizace prostřednictvím zvýšení nabídky kalcia a fosforu. Vitamin D hraje důležitou roli v patogenezi osteoporózy, přiměřená hladina 1,25 (OH)₂D₃ zlepšuje rovnováhu kalcia a fosforu v séru. Koncentrace vitamínu 25(OH)₂D₃ v plazmě: 10–60 ng/dl.

K hyposaturaci vede především nedostatečné slunění, dále může být prohloubena omezeným příjmem vitamínu D potravou. Klinicky se karence projevuje v dospělosti hypokalcemií, hypofosfatemii, osteomalácií, vznikem patologických fraktur, účast v patofyziologii osteoporózy není jednoznačná. V dětství způsobuje avitaminóza rachitidu, deformaci kostí, dochází k zvětšení epifyzárních štěrbin.

Dlouhodobý nadměrný příjem vitamínu D potravou může vést ke zvýšení jeho plazmatické hladiny na toxickou úroveň. Hypervitaminóza se projevuje nauzeou, zvracením, polyurií, může se objevit hypertenze, bolesti hlavy a kloubů, hyperkalcémie a poruchy zažívacího traktu.

Doporučená denní dávka vitamínu D je závislá na věku osoby a na fyziologickém stavu. Denní potřeba je pro kojenec a batolata 10 µg (400 mj), pro děti od 7 let a dospělé 2,5 µg (100 mj).

Potřeba vitamínu D je z 80 % v létě kryta endogenní tvorbou z 7-dehydrocholesterolu za účasti UV záření. Vitamin D je obsažen jenom v živočišných potravinách. Mezi bohaté zdroje vitamínu D lze zařadit rybí tuk, vejce, máslo, játra.

Vitamin E

Vitamin E se řadí do skupiny liposolubilních vitaminů. Vyskytuje se v osmi základních formách. Alfa, beta, gama, delta tokoferol a alfa, beta, gama, delta tokotriol. Nejvyšší účinnost vykazuje alfa tokoferol. Vitamin E je velice citlivý k oxidaci. Vzhledem k tomu, že se jedná o vitamin rozpustný v tucích, je mechanismus jeho absorpce obdobný jako u vitamínu A. Po resorpci je z enterocyty transportován v chylomikronech. V plazmě je vitamin E vázán v lipoproteinech. Prosté plazmatické hladiny nejsou nejlepším ukazatelem dostatečné saturace organismu vitaminem E. Vzhledem k tomu, že vitamin E je transportován v lipoproteinech, ve kterých je také realizována jeho fyziologická funkce, je vhodné stanovovat koncentrace vitamínu E v jednotlivých lipoproteinových frakcích. Koncentrace vitamínu E v plazmě: 300–1200 µg/dl.

Vitamin E patří k neúčinnějším antioxidačním látkám, chrání biologické struktury před poškozením volnými kyslíkovými radikály. Vitamin E je lokalizován v biologických membránách, kde se odehrává jeho protektivní působení, vylučuje volný elektron z aktivovaného kyslíku, hydroxilového nebo superoxidového radikálu, čímž je inaktivuje. Chrání nenasycené mastné kyseliny před oxidativním poškozením. Vitamin E hraje důležitou roli v patofyziologii aterogeneze. Chrání lipidy (LDL, cholesterol) před modifikací. Modifikované LDL (oxidované) urychlují proces aterogeneze. Oxidovaná (inaktivovaná forma vitamínu E) může být regenerovaná kyselinou askorbovou. Vzhledem k tomu, že v lidském organismu vzniká neustále velké množství volných kyslíkových radikálů, které mohou poškozovat cílové struktury, jsou požadavky na přívod vitamínu E značné. Vitamin E zasahuje do oxidoredukčních pochodů buněčného dýchacího řetězce, inhibuje biosyntézu prostaglandinů a zasahuje do agregace trombocytů. K dalším důležitým funkcím vitamínu E nutno zařadit jeho antikancerogenní působení, stimulaci reprodukce a podporu růstu (tabulka 2).

Denní přívod vitamínu E je závislý na řadě okolností, především na velikosti příjmu polynenasycených mastných kyselin.

Hladina vitamínu E ve vnitřním prostředí je ovlivňována jeho příjmem z potravy, ale také tvorbou volných kyslíkových radikálů, které podstatnou měrou zvyšují jeho spotřebu. Zvýšená konzumace tuků také zvyšuje potřebu vitamínu E. Hyposaturace tokoferolu se klinicky manifestuje anémií (porucha metabolismu železa, omezení syntézy hemoglobinu), zkracuje se doba přežívání červených krvinek, vznikají poruchy plodnosti a dochází k degeneraci gonád. Další symptomy vyplývají z poruch nervového a svalového aparátu (degenerativní změny periferních nervů, poruchy chůze, šlachové hypo až areflexie). Karence vitamínu E vede ke vzniku jaterní nekrózy a k poruchám kapilární permeability.

Vitamin E je relativně netoxický. Nebyla u něj prokázána mutagenita, teratogenita ani cancerogenita. Nadměrný přívod vitamínu E, vedoucí ke vzniku hypervitaminózy, se projevuje poruchami zažívacího traktu, celkovou únavou, svalovou slabostí, nechutenstvím.

Doporučená denní dávka vitaminu E je závislá na věku osoby a na fyziologickém stavu. Denní potřeba je pro kojence 5–6 mg, děti 8–10 mg, dospělé 10–14 mg, optimální dávka 100 mg/den. Toxicita: denní dávka nad 3 000 mg/den. K bohatým zdrojům vitaminu E patří především sojový olej, olej z obilných klíčků, obilniny, máslo, makový olej.

Vitamin K (fylochinon)

Do skupiny vitaminu K jsou zařazovány vitamin K₁, vyskytující se v rostlinách, vitamin K₂, který je produkován střevní mikroflórou (*E. coli*, *Proteus*) a vitaminy K₃ a K₄, eventuálně K₅, které byly uměle syntetizovány. Vitamin K je rozpustný v tucích a jeho vstřebávání je závislé na resorpci tuků (přítomnost pankreatické lipázy, emulgační efekt žlučových kyselin). Fylochinony jsou velice citlivé na UV záření, oxidaci, jsou rovněž rozkládány varem a viditelným světlem.

Plazmatické hladiny vitaminu K jsou ovlivňovány resorbicí ze zažívacího traktu a velikostí syntézy střevní mikroflórou. Ke snížení tvorby fylochinonů ve střevě dochází při vzniku dysmikrobie v důsledku antibiotické léčby. Z nemocí, podílejících se na vzniku deficitu vitaminu K, se jedná především o onemocnění zažívacího traktu (M. Crohn, celiakie, syndrom krátkého střeva, rozsáhlé chirurgické zákroky na gastrointestinálním traktu – GIT), poruchy tvorby žluče, biliární obstrukce, chronická jaterní insuficience a dlouhodobá parenterální výživa. Resorpci vitaminu K ze střevního lumen negativně ovlivňují hypolipidemia (pryskyřice), laxativa. Koncentrace fylochinonu v plazmě: 0,5–5,0 ng/ml.

K rozhodujícím fyziologickým funkcím fylochinonů patří především aktivní ovlivňování syntézy hemokoagulačních faktorů ovlivňujících koagulaci (protrombin, faktor VII, IX, X). Zasahují do oxidativní fosforylace (metabolismus glycidů – energetický metabolismus). Vitamin K je nutný pro syntézu bílkovin nezbytných pro normální kalcifikaci kostí. Přívodem vitaminu K se ruší účinek perorálních kumarinových antikoagulantů (tabulka 2).

S hypovitaminózou K se setkáváme velice zřídka a to v důsledku relativně dobrého příjmu z potravin a také díky

jeho syntéze mikroflórou zažívacího traktu. Deficit vitaminu K se manifestuje poruchami srážení krve se vznikem hemoragií.

Nadměrný příjem vitaminů K vede ke vzniku toxických projevů (bolest hlavy, horečka, nechutenství). Při i.v. podání jsou pozorovány erytém obličeje, tachykardie, bronchospasmus.

Doporučená denní dávka vitaminu K je závislá na věku osoby a na fyziologickém stavu. Denní potřeba je pro děti 0,01 mg (minimum), dospělé 0,07–0,14 mg, optimální příjem je 2 µg/kg hmotnosti.

Denní potřeba je kryta především konzumací zelených rostlin, např. špenát, zelí, růžičková kapusta. Podstatná část denní potřeby je syntetizována střevní mikroflórou.

Racionální strava s vyváženým příjmem základních nutrientů, minerálií, vitaminů je důležitým předpokladem udržení a zlepšení aktuálního zdravotního stavu jednotlivce i celé populační skupiny. Z pohledu primární prevence je nutné poukázat nejenom na rizika, která nese nesprávné stravování po stránce kvalitativní i kvantitativní (nárůst tělesné hmotnosti, vznik obezity, dyslipoproteinémie, diabetes mellitus, hypertenzní nemoci, karcinomů...), ale také na pozitivní efekt racionálního správného stravování. Dostatečný příjem protektivních faktorů ze stravy, mezi které se řadí i vitaminy, vede ke zlepšení psychické i fyzické výkonnosti a podílí se na zlepšení kvality života.

Literatura ve druhém dílu.

Tabulka 1. Doporučené, nepřekročitelné, nebezpečné a teratogenní denní dávky vitaminu A v těhotenství

Dávky	doporučené		nepřekr.	nebezp.	terato
IU	2 500	5 000	10 000	20 000	25 000
Retinol mg	0,75	1,5	3,0	6,0	7,5
Ret-acetát mg	0,85	1,7	3,4	6,8	8,5
Ret-palmit mg	1,38	2,75	5,5	11,0	13,75
RE	0,75	1,5	3,0	6,0	7,5

Tabulka 2. Funkce liposolubních vitaminů

Vitamin	fyziologická funkce	příznaky karence	toxická
vitamin A (retinol)	produkce rodopsinu (oční purpur), stavba a udržování epitelu (kůže sliznice), zvýšená rezistence k infekcím, růst, reprodukce	šeroslepost, noční slepota, funkční poruchy kůže a sliznice, zpomalený růst, mužská sterilita	týlové cefalgie, šupinatění kůže, ragády sliznic, bolesti v kostech a kloubech, hyperkalcémie
vitamin D (kalciferol)	podpora resorpce a užití vápníku a fosforu, zachování kostní substance, má účinky hormonální povahy	dospělí: osteomalacie, hypokalcémie, hypofosfatémie, patolog. fraktury, děti: křivice, deformace kostí, zvětšení epifýz a růst. štěrbin	bolesti hlavy a kloubů, poruchy gastrointestinálního traktu, hyperkalcémie, omezení funkce ledvin, růstový skok u dětí
vitamin E	antioxidant nenasycených mastných kyselin	anémie, poruchy metabolismu nervstva a svalů a kapilární permeability	průjem, únava, svalová slabost, zvýšení hladin kreatinu a T3, T4
vitamin K	aktivuje tvorbu koagulačních faktorů (V, VII, IX, a X), tvořen střevní mikroflórou	krvácení, ekchymózy, prodloužení protrombinového času (Quick), u novorozenců hemoragie	horečka, nechutenství