

Minerální látky

Pro bc. a mgr. studia

Doc. MUDr. Jan Šimůnek, CSc.

Ústav preventivního lékařství

7. října 2015

Základní rozdělení

Biogenní a nebiogenní prvky

Jako *biogenní* jsou označovány následující prvky, které mají funkci v živé hmotě. Další prvky se mohou vyskytovat v živých organismech jako kontaminanty, o biogenosti některých se vedou spory.

Makroelementy plastické

C, O, H, N tvoří cca 95 % živé hmoty.

Makroelementy ostatní

S, P, Mg, Ca, Na, K, Cl tvoří přibližně 4,9 % živé hmoty

Mikroelementy

Fe, Cu, Co, Mn, V, Zn, I, B, F, Si, Al, Ti, Ni, Mo, Se, ?Au tvoří zbytek.

Význam makroelementů z hlediska výživy

Význam mají některé sloučeniny uhlíku, voda (je ale vztažena spíše k pití a pitnému režimu), sloučeniny fosforu, vápník, hořčík, sodík, draslík, chloridy

Anorganické sloučeniny uhlíku

Elementární uhlík ve formě s velkým povrchem se používá jako adsorpční uhlí (živočišné uhlí v medicíně). *Oxid uhelnatý* je silně jedovatý plyn (vazba na hemoglobin), byl součástí svítíplnu, může se vyskytovat v kouři (vedlejší proud u cigarety) a jako produkt suché destilace. *Oxid uhličitý* je dusivý, může okyselit krev, v nižší koncentraci stimuluje dýchací centra. *Kyselina uhličitá, uhličitany a hydrogenuhličitany* jsou součástí krevních pufrů. *Kyanovodík a kyanidový iont* specificky blokuje enzymy dýchacího řetězce → zvlášť nebezpečné jedy.

Sloučeniny dusíku

Organismy se liší podle způsobů získávání dusíku. Některé organismy mohou získávat elementární dusík, jiné jen organické sloučeniny (případně určité druhy), jiné i sloučeniny anorganické (opět určité druhy). Člověk potřebuje dusík v organických sloučeninách. Nadbytek některých sloučenin dusíku může moderovat jeho metabolismus (viz různé výkrmové látky). Některé sloučeniny dusíku byly identifikovány jako nervové mediátory, především NO.

Síra

je součástí některých aminokyselin a dalších sloučenin, které často požíváme z více jiných důvodů, proto „zdroje síry v potravě“ nesledujeme.

Fosfor

Organické sloučeniny fosforu – důležité jako zdroj, ale deficity nebývají. Některé fosfolipidy ve výživě byly považovány jako prostředek pro rozvoj membránových systémů. Soli fosforu snižují využitelnost Ca, zdroj – tavící soli v sýrech, nápoje typu kola.

Vápník

Potřeba

Denní potřeba Ca

děti do půl roku 400 mg *neřešíme u kojeneckých dětí*

děti 0,5 - 1 rok 600 mg *neřešíme u dětí přikrmovaných mateřským mlékem*

děti starší postupně až na „dospělé hodnoty“

dospělí muži cca 800 mg

dospělé ženy 800 – 1200 mg *vyšší hodnoty – gravidita a laktace*

Uvedené hodnoty platí pro zdravé, při nedostatečném obsahu Ca se příjem zvyšuje, ale nejde se nad 1500 mg, protože při příjmu 1500 – 2000 mg se začínají objevovat chorobné projevy nadbytku Ca, zejména postižení ledvin.

Vápník

Zdroje

Mléčné výrobky

Mléko > 1 g (1000 mg) na litr

Tvrdé sýry 400 – 600 mg na 100 g

Tavené sýry cca 200 – 300 mg na 100g (vazba na tavící soli)

Měkké sýry, tvaroh, jogurty – přepočítat na tvrdé přes sušinu (trojčlenka)

Využitelnost Ca z mléka a mléčných výrobků je cca 30%

◀ ▶ ↻ 🔍

Vápník

Zdroje

Hodnota nemléčných zdrojů

Využitelnost Ca z rostlinných zdrojů je cca 10%, u sardinek je vyšší, ale využitelnosti mléka nedosahuje.

Využitelnost rostlinných zdrojů snižuje přítomnost fytátu a oxalátu, které tvoří s Ca nevstřebatelné komplexy.

◀ ▶ ↻ 🔍

Draslík

Důležitá součást biologických iontů – viz sodíkodraslíková pumpa. Projevy nedostatku jsou různé nespecifické potíže – bolesti hlavy, únava, zvýšení krevního tlaku. Nedostatek opět souvisí spíše se sníženou kvalitou než složením potravy. Do jisté míry může antagonizovat nadbytek Na
Poruchy rovnováhy Na × K mohou vést k otokům při dlouhodobé fyzické námaze (extrémní vytrvalostní sporty)
Místní nadbytek K (v extracelulární tekutině) může vést k nekróza buněk (šíření infarktu)

◀ ▶ ↻ 🔍

Chlor

Chloridový iont je součástí elektrolytů v těle. Nedostatek vzniká silným pocením (neadaptované osoby v tropech), kdy vznikají hypochloremické křeče, které jsou léčeny podáváním NaCl nebo KCl nebo jejich směsí.

◀ ▶ ↻ 🔍

Vápník

Zdroje

Další zdroje

Mák cca 600 mg na 100g

Sardinky v oleji 150 – 200 mg na 100 g

Pražené mandle cca 125 na 100g (podobně ořechy)

Fazole bílé cca 100 mg na 100g

Brokolice cca 60 mg na 100 g (podobné hodnoty sezam a kakaový prášek)

Bílé zelí cca 50 mg na 100 g (podobně kedlubna, květák, ředkvičky)

Tofu cca 25 mg na 100 g

Špenát cca 20 mg na 100 g

Sojový nápoj 3 mg na 100 g

◀ ▶ ↻ 🔍

Hořčík

Je ubikviterní a podílí se s Ca na iontových dějích na membránách. Může být deficitní při nedostatečné kvalitě potravin, může se doplňovat z některých minerálů.

◀ ▶ ↻ 🔍

Sodík

Normálně ho máme nadbytek. Doporučený příjem je kolem 4g/den, reálně máme i přes deset. Populace s nízkým příjmem (těsně pod 1g/den) ještě netrpí deficitem.
Řešíme spíše nadbytečný příjem.

◀ ▶ ↻ 🔍

Železo

Součástí barviv v krvi a ve svalu, součást enzymů dýchacího řetězce.

Vstřebatelné je výlučně dvojmocné železo. Vstřebání napomáhají redukující látky (vitamín C), blokují je fytáty a šťavelany.

Významné zdroje jsou především živočišné tkáně (hemové železo). Z rostlin se vstřebává výrazně hůř. Špatně se vstřebává i anorganická forma a může vyvolat (to, co se nestačí zpracovat) toxické příznaky.

◀ ▶ ↻ 🔍

Měď

Měď je u člověka v některých enzymatických systémech. U některých bezobratlých nahrazuje železo jako přenašeč kyslíku v krvi. Zajímavá je Wilsonova choroba – vrozený defekt vylučování Cu z těla. Cu je silně jedovatá.



Kobalt

Kobalt je součástí vitamínu B₁₂ a z něj vytvářených enzymatických systémů.



Mangan, vanad, zinek, bór

Součástí některých enzymatických systémů, projevy nedostatku jsou vzácné. Podle některých zdrojů je bór biogenní jen pro rostliny.



Jód

Je zejména součástí hormonů štítné žlázy. Jód získáváme z organických i anorganických forem. Je zde závislost na podloží (endemická struma).

Významné zdroje:

- ▶ jodidovaná sůl a výrobky z ní
- ▶ mořští živočichové
- ▶ i sladkovodní ryby
- ▶ mléčné výrobky
- ▶ některé minerální vody



Fluór

Důležitý pro tvorbu zubní skloviny a dalších tvrdých tkání. Nadbytek i nedostatek vedou k deficitům. Hlavní přirozený zdroj (pitná voda, stolní vody, některé minerální vody).
Arteficiální – tablety NaF



Křemík

Křemík je esenciální pro rostliny a pravděpodobně esenciální i pro některé živočichy včetně člověka. Nachází se mj. i v kloubních chrupkách, jeho funkce zde není jasná, ale zdroje křemíku se užívají pro regeneraci poraněných nebo opotřebovaných kloubních chrupavek.

Zdravotně méně problémové sloučeniny křemíku

*Hořečnato-hlinité křemičitan*y jsou základem jíhlů, mají adsorpční schopnost využívanou v medicíně (adsorpce toxinů a plynů z GIT). *Talek* – zásaditý křemičitan hořečnatý se používá v dermatologii i ve sportu. *Matečná hornina mastek* (první na stupnici tvrdosti) se používá k výrobě šperků, dekorativních předmětů, kelímků na kosmetiku apod.



Zdravotně méně problémové sloučeniny křemíku 2

Silikony obsahují řetězec, v němž se střídá atom kyslíku a atom křemíku, na volných vazbách křemíku jsou navázány skupiny –CH₃. Silikonové oleje mají význam jako mazadla, silikonové kaučuky se užívají mj. jako kosmetické protězy (prsy, ale i varlata). Před nedávnem byla aféra s jejich možnou karcinogenitou, která však nebyla s jistotou prokázána.

Azbest

Azbest je vláknitou formou křemičitanů hořčíku. Vyznačuje se značnou tepelnou odolností a nízkou tepelnou vodivostí. Byl užíván k výrobě nehořlavých obleků a k izolacím budov. Vyvolává poměrně vzácné mezoteliomy plic. V 80. letech vypukla hysterie v souvislosti s karcinogenitou azbestu (v současné době je známo, že byla uměle živena stavebními firmami) a jeho použití bylo silně omezeno.



Sloučeniny vyvolávající silikózu

Nejproblémovější je *oxid křemičitý*, ale mohou ji vyvolávat i křemičitan (jejich zdrojem je sklo), nebo sama kyselina křemičitá (je základem silikagelu). Nejvíce jsou tedy ohroženi pracovníci v lomech na horniny s obsahem křemene (např. žula) a kameníci, kteří tento materiál zpracovávají. Také horníci v kamenouhelných dolech (cca 15% křemíku v kamenném uhlí). Oxid křemičitý je i součástí záruvzdorných malt a výplní (*šamoť*) a materiálů na slévárenské formy, proto jsou ohroženi i hutníci a slévači + pracovníci na stavbách pecí. Jsou ale také ohroženi brusíči skla a ti, kdo pracují s práškovým silikagelem, byť méně.

Oxid křemičitý

Je součástí mnoha hornin. Jako čistý minerál může být polodrahokamem (křišťál, růžénin, záhněda apod.), krystalický má také využití v optice pro UV světlo, které na rozdíl od skla propouští.



Kyselina křemičitá

se vyskytuje v některých živých organismech, křemičitany vylučují i některé vodní organismy (viz ložiska křemeliny s průmyslovým užitím vč. výroby dynamitu). Dehydratovaná je *silikagel*, ochotně nabírající vodu (vysušování od laboratoří po průmysl) a adsorbující řadu látek (vč. adsorbérů pachů do chladniček).

Sklo

Sklo je ztuhlá tavenina křemičitanů (podchlazená kapalina), s nejrůznějším užitím od průmyslu po domácnost. Některá skla mohou uvolňovat těžké kovy, především olovo.

Silikóza

Při vniknutí částičky křemene do plicní tkáně vzniká kolem ní obal z vaziva. Ten z ní strhává povrch a obnažený oxid křemičitý je znovu obalován. Proto kolem mikroskopické částičky naroste za léta až několikamilimetrový *silikotický uzlík*. Nemoc progreduje celý život, kdy silikotické uzlíky nahrazují funkční plicní tkáň. Ve špatně provětrávaných partiích plic dochází snadněji k usazení infekce, zejména TBC.

Význam hliníku

Hliník pravděpodobně v těle žádný biochemický význam nemá, jeho nadbytek může vyvolat toxické projevy.

Sloučeniny hliníku

Hliník je v přírodě součástí mnoha sloučenin a ty jsou významnou složkou tvrdých hornin i jílu. *Oxid hlinitý* je v ušlechtilém stavu drahokam (rubín, safír), jako korund má technické užití. *Hliníková antacida* jsou hydroxid a fosforečnan hlinitý a hlinitan hořečnatý. Síran hlinito-draselný je silně adstringens, kamenec, („kámen“ na pořezání při holení), sráží bílkoviny (barvení na bičíky), součást antiperspirantů (podobně jako *chlorid hlinitý*).

Titan, niob, molybden

Jsou opět součástí enzymatických systémů.

Selén

Selén je silně toxický a karcinogenní prvek. Ve stopovém množství je nezbytný a používá se mj. k detoxikačním pochodům a k likvidaci volných radikálů, vyvolávajících zhoubné bujení.

Jeho biologické působení je především v náhradě síry v methioninu (vzniká selenový methionin), případně náhrady síry v jiných sloučeninách s -SH skupinami.

Nedostatek selénu je považován za jednu z možných příčin endemicky se vyskytující kardiomyopatie (Kešanská podle významné čínské oblasti, kde je nedostatek Se v podloží)

Stříbro a zlato

Stříbro

se nepatrně rozpouští ve vodě. Má mikrobistatický až mikrobicidní účinek (koloidní stříbro, málo rozpustné soli). Silné koncentrace iontů stříbra leptají (pekelný kamínek). Při celkovém požití může vzniknout argyrie (ztmavnutí pleti vznikem kovového Ag z iontů Ag^+)
Biologicky se dobře snáší – od slitin do implantátů po zubní plomby

Zlato

Dobrá biologická snesitelnost – implantáty
Koloidní Au má nespecificky pozitivní účinky, např. injekce Au do revmatických kloubů

Olovo

Toxický těžký kov, kumuluje se v tvrdých tkáních. Byl problematický v souvislosti s tavením olova, používáním liteřiny a olovnatého benzínu.

Podle některých studií by mohl být esenciální, ale jen v nepatrném množství.

Lithium

Má farmakologické účinky (léčba některých psychiatrických chorob). V malém množství neškodné, ale dobře se detekuje. Bylo použito pro studie, jak významné je dosolování ze slánek v domácnosti jako zdroj Na. Velmi dobře se, podobně jako Na a K, detekuje.

Arsén, vismut, antimon

Arsén

Jedovatý kov, dobře přechází do kůže a kožních derivátů, také do tvrdých tkání.

- ▶ „dědičné prášky“
- ▶ arsenovodík z tapet
- ▶ Marshova zkouška

Vismut

Také jedovatý, možné záměny s arsenem, součást některých analytických systémů

Antimon

Velmi podobný předchozímu

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

Kadmium

Jedovatý kov, ukládající se do pevných tkání, dále do jater a ledvin

Může vyvolat poruchy plodnosti

Zdroje: Umělá hnojiva a přes ně tabák a soja (= kuřáci a vegetariáni coby hlavní rizikové skupiny)

Akutní otrava vede k poruchám kostí (itai – itai), chronická může přispět k osteoporóze

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

Rtuť

Těžký kov, kumulace ve tkáních, včetně tvrdých.

Jako taková je relativně málo toxická (požití rtuti, dokonce injekce rtuti), páry vyvolávají pestré somatické a psychické příznaky

Možná metylace (ryby, nižší organismy), která mnohonásobně zvyšuje toxicitu (minamata)

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

Radioaktivní kovy z konce systému prvků

Všechny tyto kovy jsou vedle radioaktivity také velmi silnými jedy, některé z nich jsou i karcinogenní. V některých případech kontaktu s nimi může toxicita vysoce převažovat poškození radioaktivitou.

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍

Děkuji vám za pozornost

◀ ▶ ↺ ↻ 🔍