

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



Význam elektropozitivních makroelementů ve výživě

Bakalářská práce

Autor práce: Žaneta Antonínová

Obor studia: Výživa a potraviny - ATZD

Vedoucí práce: doc. Ing. Alena Hejtmánková, CSc.

© 2016/2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Význam elektropozitivních makroelementů ve výživě" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. 4. 2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Aleně Hejtmánkové, CSc. za odborné vedení bakalářské práce, milý a vstřícný přístup, poskytování rad a průběžné hodnocení, které pro mne mělo velký význam.

Poděkování také patří mým nejbližším a rodině za jejich velkou podporu.

Význam elektropozitivních makroelementů ve výživě

Souhrn

Důležitou složku běžné lidské denní stravy tvoří makroelementy. Mezi elektropozitivní makroelementy patří vápník, hořčík, draslík a sodík. Lidský organismus přijímá makroelementy prostřednictvím potravy, protože si je nedokáže sám vytvořit. Jsou významné pro tvorbu a růst tkání, tvorbu zubů a kostí, udržení osmotického tlaku a pH, látkovou výměnu, ovlivnění hladiny cholesterolu atd.

Vápník je důležitý pro stavbu, zpevnění, růst a udržení pevnosti kostí a zubů. Doporučený denní příjem vápníku pro dospělého člověka se pohybuje okolo 800 miligramů. Vyskytuje se v sýrech, mléce a mléčných výrobcích, máku atd. Nedostatek vápníku je spojován s měknutím kostí, osteoporózou, parodontózou a svalovými záškuby. Nadbytek vápníku způsobuje poškození ledvin, arytmií, anorexii, únavu, zmatenost.

Hořčík je významný pro nervosvalový přenos, ovlivňuje syntézu cukrů, tuků a bílkovin a je to druhý nejvýznamnější intracelulární kation. Doporučený denní příjem hořčíku pro dospělého člověka se pohybuje přibližně okolo 255 — 300 miligramů. Vyskytuje se především v tmavě zelených listových zeleninách, luštěninách, mořských plodech a minerálních vodách. Nedostatek hořčíku způsobuje narušení funkcí ledvin, žaludeční a střevní nemoci, onemocnění jater, křečové záchvaty, svalový třes, podrážděnost, šubání ve svalech atd. Nadbytek hořčíku může mít za následek toxické až smrtelné účinky.

Draslík působí v intracelulární tekutině. Doporučený denní příjem draslíku pro dospělého člověka se pohybuje přibližně okolo 2 — 4 gramů. Vyskytuje se hlavně v ovoci, zelenině, vejcích, sýrech, mléce, houbách, rybách, jogurtech atd. Nedostatek draslíku omezuje funkci nervů, způsobuje ochablost a bolesti svalů a narušuje srdeční funkce. Nadbytek draslíku může způsobovat šumění v uších, slabost, ospalost, dezorientaci, arytmií a způsobuje svalové křeče.

Sodík je významný kation v extracelulární tekutině. Určuje osmotický tlak a objem extracelulární tekutiny, je významný pro trávicí šťávy a acidobazickou rovnováhu. Minimální doporučený denní příjem sodíku pro dospělé osobu se pohybuje přibližně okolo 500 miligramů. Sodík je obsažen v uzeninách, masových konzervách, slaném pečivu, sýrech, solených rybách, minerálních vodách atd. Nedostatek sodíku v organismu může způsobit křeče, bolesti hlavy, zvyšuje hladinu LDL cholesterolu, zvyšuje riziko infarktu. Nadbytek sodíku v organismu způsobuje nejčastěji vysoký krevní tlak neboli hypertenzi.

Klíčová slova: sodík, draslík, vápník, hořčík, výživa, potraviny

Importance of electro-positive macroelements in nutrition

Summary

An important component of an ordinary human daily diet consists of macroelements. Electropositive macroelements include calcium, magnesium, potassium and sodium. The human body accepts macroelements through food, because it is not able to create them itself. They are significant for the production and growth of tissue, formation of teeth and bones, maintenance of osmotic pressure and pH, metabolism, affecting cholesterol etc.

Calcium is important for building, strengthening, growth and maintenance the strength of bones and teeth. The recommended daily calcium intake for an adult is about 800 milligrams. It occurs in cheese, milk and dairy products, poppy etc. Calcium deficiency is associated with softening of the bones, osteoporosis, periodontal disease, and muscle twitching. Surplus of calcium causes renal damage, arrhythmia, anorexia, fatigue, perplexity.

Magnesium is important for neuromuscular transmission, it influences the synthesis of carbohydrates, fats and proteins, and it is the second most important intracellular cation. The recommended daily intake of magnesium for an adult ranges approximately around 255 to 300 milligrams. It occurs mainly in dark green leaf vegetables, legumes, seafood and mineral water. Magnesium deficiency causes a disturbance in renal, gastrointestinal diseases, liver diseases, convulsive seizures, muscle tremor, irritability, twitching muscles etc. Surplus of magnesium can result in toxic effects or even death.

Potassium works in the intracellular fluid. The recommended daily intake of potassium for an adult is approximately around 2 — 4 grams. It occurs mainly in fruits, vegetables, eggs, cheese, milk, fungi, fish, yogurt, etc. Potassium deficiency restricts nerve function, causes weakness and pain in the muscles and disrupts cardiac function. Surplus of potassium can cause a murmur in the ears, weakness, drowsiness, disorientation, causing arrhythmias and muscle spasms.

Sodium is the major cation in the extracellular fluid. It determines the osmotic pressure and extracellular fluid capacity, it is important for the digestive juices and the acid-base balance. The minimum recommended daily sodium intake for an adult is around 500 milligrams. Sodium occurs in sausages, canned meat, savory pastries, cheese, salted fish, mineral water, etc. Sodium deficiency in the body can cause cramps, headaches, increased levels of LDL cholesterol and it increases the risk of heart attack. Surplus of sodium in the body often causes high blood pressure or hypertension.

Keywords: sodium, potassium, calcium, magnesium, nutrition, food

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Obsah | |
| 2 | Úvod | 1 |
| 3 | Cíl práce | 2 |
| 4 | Minerální látky | 3 |
| 4.1 | Rozdělení minerálních látek | 3 |
| 4.1.1 | Makroelementy (majoritní minerální prvky) | 3 |
| 4.1.2 | Mikroelementy (stopové prvky) | 4 |
| 4.1.3 | Ultrastopové prvky | 4 |
| 4.2 | Obsah minerálních látek v potravinách | 6 |
| 4.3 | Význam minerálních látek v organismu | 6 |
| 5 | Vápník | 7 |
| 5.1 | Význam a úloha vápníku | 7 |
| 5.2 | Denní potřeba vápníku | 8 |
| 5.3 | Metabolismus vápníku | 9 |
| 5.3.1 | Příjem vápníku | 10 |
| 5.3.2 | Vylučování vápníku | 11 |
| 5.4 | Výskyt v potravinách | 11 |
| 5.5 | Projevy nedostatku vápníku | 14 |
| 5.5.1 | Hypokalcémie | 14 |
| 5.5.2 | Osteoporóza | 14 |
| 5.6 | Projevy nadbytku vápníku | 15 |
| 5.6.1 | Hyperkalcémie | 15 |
| 6 | Hořčík | 16 |
| 6.1 | Význam a úloha hořčíku | 16 |
| 6.2 | Denní potřeba hořčíku | 17 |
| 6.3 | Metabolismus hořčíku | 19 |
| 6.3.1 | Příjem hořčíku | 19 |
| 6.3.2 | Vylučování hořčíku | 20 |
| 6.4 | Výskyt v potravinách | 20 |
| 6.5 | Projevy nedostatku hořčíku | 22 |
| 6.6 | Projevy nadbytku hořčíku | 22 |
| 7 | Draslík | 23 |
| 7.1 | Význam a úloha draslíku | 23 |
| 7.2 | Denní potřeba draslíku | 24 |
| 7.3 | Metabolismus draslíku | 25 |
| 7.3.1 | Příjem draslíku | 25 |
| 7.3.2 | Vylučování draslíku | 25 |
| 7.4 | Výskyt v potravinách | 26 |

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 7.5 | Projevy nedostatku draslíku | 27 |
| 7.6 | Projevy nadbytku draslíku..... | 27 |
| 8 | Sodík..... | 28 |
| 8.1 | Význam a úloha sodíku..... | 28 |
| 8.2 | Denní potřeba sodíku | 29 |
| 8.3 | Metabolismus sodíku | 30 |
| 8.3.1 | Příjem sodíku | 31 |
| 8.3.2 | Vylučování sodíku | 31 |
| 8.4 | Výskyt v potravinách | 32 |
| 8.5 | Projevy nedostatku sodíku | 36 |
| 8.6 | Projevy nadbytku sodíku..... | 37 |
| 9 | Závěr..... | 38 |
| 10 | Zdroje..... | 39 |

2 Úvod

Výživa je soubor biochemických procesů, díky kterým organismus přijímá organické a anorganické látky. Přijetím výživových látek z potravy organismus získává energii, je ovlivněn růst a obnova buněk, tkání a orgánů. Hlavní komponenty lidské stravy tvoří makronutrienty. Mezi makronutrienty se řadí bílkoviny, sacharidy a lipidy. Důležitou složkou jsou i mikronutrienty, které se vyskytují v menším množství. Jsou tvořeny vitamíny a anorganickou složkou potravy, zastoupenou hlavně minerálními látkami. Vitamíny lze obecně rozdělit na vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K) a vitamíny rozpustné ve vodě (B₁, B₂, B₆, B₁₂, vitamin C ...). Anorganické složky potravy jsou pro výživu velmi podstatné. Do této složky spadá i voda, která tvoří více jak polovinu lidského těla. Tělo ji potřebuje přijímat ve zvýšeném množství v horku, chladných a suchých podmínkách, po požití většího množství soli a při patologických stavech jako je zvracení, průjem a horečka. Další důležitou komponentou anorganických látek jsou minerální látky. Minerální látky jsou velmi důležitou složkou výživy. Mají velký význam pro růst a tvorbu tkání, látkovou výměnu, tvorbu kostí a zubů, udržují osmotický tlak a stálé pH v krevní plazmě a ovlivňují metabolismus. Minerální látky se do těla dostávají potravou a vylučují se potem, stolicí a močí. Potřebné množství minerálních látek, které musí organismus přijmout, závisí na věku, pohlaví, případně na fyzických aktivitách jedince. Bližší dělení podle důležitosti a potřeby prvků je na makroelementy a mikroelementy neboli stopové prvky. Mezi důležité makroelementy patří zejména vápník (Ca), fosfor (P), hořčík (Mg), draslík (K), sodík (Na), chlor (Cl), síra (S), uhlík (C). Denní příjem makroelementů se liší v závislosti na každém prvku. Průměrný doporučený denní příjem se uvádí více než 50 mg/den. Elektropozitivní makroelementy mají schopnost odštěpit valenční elektrony a vytvářet kationty. Mezi makroelementy, které jsou elektropozitivní, patří vápník (Ca), hořčík (Mg), sodík (Na) a draslík (K).

3 Cíl práce

Cílem práce je podat ucelený literární přehled o významu pozitivních makrolementů v humanní výživě a jejich obsazích v zemědělských produktech a potravinách a faktorech, které mohou množství těchto prvků v potravinách ovlivnit.

4 Minerální látky

Minerální látky jsou nerostného neboli neorganického původu a nemají žádnou energetickou hodnotu. Společně s vodou tvoří anorganickou složku potravy. Jsou nezbytnou součástí všech rostlinných a živočišných těl. Důležité jsou zvláště pro lidský organismus, v němž tvoří přibližně 6 % celkové hmotnosti těla. Organismus si minerální látky neumí vytvořit, proto je musí přijmout pomocí potravy, případně příjem zajistit formou potravních doplňků.

4.1 Rozdělení minerálních látek

Minerální látky lze rozdělit podle různých kritérií, např. s ohledem na jejich původ, význam, účinky ve stravě a množství. Podstatnou část hmoty potravin tvoří organické látky. Mezi hlavní prvky organických látek patří organogenní prvky jako uhlík (C), kyslík (O), vodík (H), dusík (N), fosfor (P) a síra (S). Další chemické prvky vyskytující se v potravinách jsou minerální látky. Chemické prvky fosfor (P) a síra (S) se zařazují do obou skupin. Minerální látky se podle množství rozdělují na makroelementy a mikroelementy (Velíšek et Hajšlová, 2009).

4.1.1 Makroelementy (majoritní minerální prvky)

Makroelementy neboli majoritní minerální prvky se vyskytují v potravinách ve větším množství. Jejich doporučený denní příjem se u každého prvku liší. Obecně by jejich příjem měl být nad 50 mg/den. Mezi makroelementy patří vápník (Ca), hořčík (Mg), draslík (K), sodík (Na), chlor (Cl), fosfor (P) a síra (S), jejich příjem je zajištěn cysteinem a methioninem. Obsah makroelementů v těle dospělého člověka znázorňuje tabulka I.

4.1.2 Mikroelementy (stopové prvky)

Mikroelementy neboli stopové prvky jsou zastoupeny v menším množství. Denní příjem mikroelementů by měl být menší než 50 mg/den. Mezi důležité mikroelementy patří železo (Fe), jod (I), zinek (Zn), měď (Cu), chrom (Cr), selen (Se), fluor (F), mangan (Mn), molybden (Mo), kobalt (Co), nikl (Ni). Obsah nejvíce zastoupených mikroelementů v těle člověka znázorňuje tabulka II.

4.1.3 Ultrastopové prvky

Zvláštní podskupina stopových prvků se nazývá ultrastopové prvky. Je to skupina prvků se zvlášť nízkým obsahem v potravinách (jednotky $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ a méně). Mezi ultrastopové prvky patří hliník (Al), arsen (As), bór (B), brom (Br), kadmium (Cd), olovo (Pb), rubidium (Rb), křemík (Si), samarium (Sm), titan (Ti), barium (Ba), cesium (Cs), germanium (Ge), rtuť (Hg), antimon (Sb), stroncium (Sr), thalium (Tl), lithium (Li), vanad (V) a wolfram (W) (Velíšek et Hajšlová, 2009).

Tabulka I.

Obsah makroelementů v těle dospělého člověka o hmotnosti 70 kg

| Prvek | Celkové množství | Jednotka |
|--------------|-------------------------|-----------------|
| Hořčík (Mg) | 25 — 40 | g |
| Sodík (Na) | 70 — 100 | g |
| Chlor (Cl) | 70 — 110 | g |
| Síra (S) | 140 | g |
| Draslík (K) | 140 — 180 | g |
| Fosfor (P) | 420 — 840 | g |
| Vápník (Ca) | 1000 — 1500 | g |

(Velíšek et Hajšlová, 2009)

Tabulka II.

Obsah nejvíce zastoupených mikroelementů v těle dospělého člověka o hmotnosti 70 kg

| Prvek | Celkové množství | Jednotka |
|---------------|-------------------------|-----------------|
| Kobalt (Co) | 1 — 1,5 | mg |
| Chrom (Cr) | 5 | mg |
| Molybden (Mo) | 5 — 10 | mg |
| Nikl (Ni) | 10 | mg |
| Mangan (Mn) | 10 — 20 | mg |
| Selen (Se) | 10 — 20 | mg |
| Jod (I) | 10 — 30 | mg |
| Měď (Cu) | 100 — 180 | mg |
| Fluor (F) | 0,8 — 2,5 | g |
| Zinek (Zn) | 1,4 — 3 | g |
| Železo (Fe) | 3 — 5 | g |

(Velíšek et Hajšlová, 2009)

4.2 Obsah minerálních látek v potravinách

Obsah minerálních látek se liší mezi jednotlivými potravinami, ale může být rozdílný i uvnitř určité skupiny potravin. Je to způsobeno odlišnostmi v metabolismu prvků v rámci různých organismů, genetickými faktory a podmínkami produkce potravinářských surovin.

V rostlinách je obsah minerálních látek dán vlastnostmi půdy, způsobem hnojení, množstvím hnojiv v půdě a klimatickými podmínkami. V tělech živočichů je obsah minerálních látek dán výživou, stářím a zdravotním stavem zvířete (Velíšek et Hajšlová, 2009).

Minerální látky v potravinách a jejich obsah se zjišťuje nejprve zvážením a poté následným vysušením. Tímto se zjistí hodnoty jak pro obsah sušiny, tak i pro obsah vody. Poté se sušina spálí a následuje rozbor popela, kterým se zjistí obsah minerálií. Konkrétně se zjišťuje obsah iontů (sírany, chloridy, uhličitany, fluoridy, fosforečnany aj.) a obsah jednotlivých prvků (draslík, sodík, hořčík, vápník, měď, železo aj.) Ve většině potravinách je minerální podíl tvořen 0,5 — 3 hmotnostními procenty.

Stanovením popela se určuje množství minerálních látek ve vzorku. Existují dva druhy stanovení popela. První je vážkové stanovení, kdy je vzorek zvážen v porcelánové misce, po vysušení se zpopelní a zuhelní v elektrické peci při 550 — 600 °C po dobu 1 — 4 hodin a výsledný popel se nakonec zváží. Druhý způsob je stanovení nerozpustného popela neboli písku. V tomto stanovení se popel vyluhuje v roztoku HCl, odfiltrují se nerozpustné látky a na konci se provede vážení a sušení.

Minerální látky se dále stanovují pomocí vážkových a titračních metod. Vápník a hořčík se v tomto případě stanovuje pomocí komplexometrické titrace.

Téměř všechny kovy se dají stanovit pomocí atomové absorpční spektrometrie a pomocí spektrofotometrických metod (Odstrčil et Odstrčilová, 2006).

4.3 Význam minerálních látek v organismu

Minerální látky zastupují v organismu velmi důležitou roli a jsou podstatnou složkou výživy. Mají velký význam pro růst a tvorbu tkání, tvorbu kostí a zubů, látkovou výměnu, udržení osmotického tlaku a pH, ovlivnění hladiny cholesterolu atd. Mimo jiné jsou i součástí krevních barviv, hormonů a enzymů (Keller et al., 1993).

5 Vápník

Vápník je označován značkou Ca z latinského slova *Calcium*. V periodické tabulce prvků patří do skupiny kovů alkalických zemin. Vápník je součástí hornin, přírodních vod a vytváří různé minerály. Nejvýznamnější hornina na bázi vápníku je uhličitan vápenatý (CaCO_3) neboli vápenec. Z minerálů tvořených vápníkem vznikají celá pohoří, křídové útvary, krasové jeskyně, korálové útesy v mořích apod. (Dostál, 2003).

Celkový obsah vápníku v lidském těle je přibližně 1500g. 99 % vápníku se nachází v kostech a zubech. Je důležitý pro jejich stavbu, zpevnění, růst a udržení pevnosti. Zbylé 1 % vápníku se nachází v tělesných tkáních a tekutinách, kde jeho hodnota je stálá. Toto množství je pro organismus velice důležité. Narušení vápníkové hladiny v krvi může předvídat závažné problémy nebo je vyvolat (Hejda, 1985).

5.1 Význam a úloha vápníku

Vápník je velmi důležitý stavební prvek pro kostní strukturu a zuby. Podílí se na mnoha fyziologických procesech, jako je kontrakce a relaxace myofibril svalů či přilnavost krevních destiček. Důležitý je i při procesu srážení krve, kde převádí protrombin na trombin. Má vliv na endokrinní a exokrinní sekreční funkci, neuromuskulární aktivitu a elektrofyziologii srdce a hladkého svalstva. 99 % vápníku se vyskytuje v tvrdých tkáních ve formě hydroxyapatitu ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$). Zbývající 1 % vápníku je součástí měkkých tkání a jen velmi malé množství vápníku se nachází v extracelulárních tekutinách jako je krevní plasma s celkovým obsahem vápníku přibližně 3 mmol.l^{-1} . Zhruba 40 — 50 % z krevního vápníku je vázáno na plazmatické bílkoviny, především na albumin. Vápník může mít dále příznivý vliv na zdraví v důsledku srážení volných nasycených mastných kyselin v tlustém střevě a tím předchází vzniku rakoviny tlustého střeva. Srážení mastných kyselin s dlouhým řetězcem prostřednictvím vápníku získaného z potravy je významné při redukci tuku a regulaci hmotnosti (Kraft, 2015; Vavrusova et Skibsted, 2014).

Vápník je součástí všech svalů. Svaly v těle jsou na vápníku závislé kvůli potřebě přenosu nervového vzruchu. Bez vápníku není svalová činnost možná. Vápník rovněž snižuje nervosvalové napětí, ovlivňuje permeabilitu buněčných membrán, vyvolává spánek, má vliv na zdravou kůži a aktivuje hormony (Keller et al., 1993).

5.2 Denní potřeba vápníku

Doporučená denní potřeba vápníku se liší a závisí na vývoji, růstu a na stavu organismu. Pro dospělého člověka se doporučený denní příjem pohybuje okolo 800 mg.

Vápník se začíná hromadit v kostech především v období dětství a dospívání. Čím je kostní hmota větší, tím vyšší bude zásoba. Postupem času dochází k přirozenému snížení obsahu vápníku v kostní hmotě. Tento proces se nedá zastavit, lze ho pouze zpomalit. Snížení obsahu vápníku může ve stáří zapříčinit vznik osteoporózy. Při osteoporóze jsou kosti velice křehké a snadno se mohou lámat (Keller et al., 1993).

Vápník je důležitý pro ženy, které jsou v období klimakteria a trpí návaly horka, depresemi, křečemi, nočním pocením, nespavostí a výkyvy nálad. Děti ho potřebují zejména v období růstu, starší osoby kvůli řídkým a slabým kostem a sportovci při námaze (Jordán et Hemzalová, 2001).

V těhotenství a kojení stoupá denní potřeba vápníku z 800 mg přibližně na 1200 mg denně. V tomto období je vápník využíván zejména k výstavbě kostry plodu. Pro novorozence a kojence je důležitý vyšší příjem vápníku z důvodu mineralizace kostí. Denní dávka v tomto období by měla být přibližně 400 — 600 mg. V dětském věku nastává pokračující mineralizace kostí a zubů a doporučená denní dávka by měla být alespoň 800 mg (Velíšek et Hajšlová, 2009). V období dospívání by měla denní dávka vápníku činit jak u dívek, tak u chlapců kolem 1200 mg a u těch, kteří aktivně sportují, by denní dávka měla být kolem 1400 mg. Pro ženy v období klimakteria se doporučuje denní příjem vápníku 1000 — 1500 mg a tato dávka by měla být stejná i po klimakteriu. Další období, kdy je nutné dbát na zvýšený příjem vápníku, je stáří. Energetická potřeba klesá, ale potřeba esenciálních živin zůstává stejná, v některých případech je potřeba i vyšší. Dávka vápníku 1000 — 1200 mg se využívá jako prevence proti onemocnění osteoporóze a proti odvápnování kostí (Keller et al., 1993).

Optimální poměr vápníku a fosforu ve stravě by měl být 1 : 1 až 1 : 1,5 (Dlouhá, 1998).

5.3 Metabolismus vápníku

Velmi malé množství vápníku je obsaženo v intracelulární tekutině. Buněčný vápník je z 55 % v endoplasmatickém retikulu a zbytek se nachází v buněčných organelách.

Cytoplasmatická koncentrace Ca^{2+} je $10^{-7} \text{ mol.l}^{-1}$, což je nižší hodnota než je koncentrace Ca^{2+} v plasmě, která činí $10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$.

Membránové transportní mechanismy se podílí na udržení vysokého koncentračního gradientu mezi intracelulární a extracelulární tekutinou.

Pokud se zvýší Ca^{2+} v cytosolu, je to impuls pro mnohé buněčné procesy jako je přenos nervového vzruchu, svalová kontrakce, dělení buněk nebo sekreční mechanismy.

Regulaci hladiny vápníku ovlivňují hlavně hormony: parathormon a 1,25-(OH)₂ – vitamin D_{2,3} (1,25-dihydroxycholecalciferol).

Parathormon je peptidický hormon příštítných tělísek. U vyšších živočichů nahradil v evoluci kalcitonin. Ten není schopen rychle reagovat na změny hladiny kalcia v krvi. Působení parathormonu zvyšuje uvolňování kalcia z kostí, stimuluje hydroxylaci vitaminu D a tím zvyšuje vstřebávání, v ledvinách zvyšuje opětové vstřebávání kalcia v proximálním tubulu a zvyšuje vylučování fosforu močí. Tento hormon způsobuje zvýšení hladiny vápníku v séru a snížení hladiny fosforu v séru. Zvýšená hladina parathormonu způsobuje prořidnutí kostí.

Vitamin D neboli (1,25-dihydroxycholecalciferol) je jeden z mála vitaminů, který si lidský organismus dokáže sám syntetizovat. Z cholesterolu vzniká provitamin D a na provitamin D₃ se změnil pomocí UV záření.

Provitamin D₂ vzniká stejným způsobem, ale z ergosterolu. Tvorbu vitaminu D ovlivňuje zvýšená hladina parathormonu a snížená hladina fosforu a vápníku v krvi. Působení vitaminu D zvyšuje vstřebávání fosforu a vápníku ze střeva, zvyšuje pohyblivost vápníku z kostí, ovlivňuje tvorbu organické kostní hmoty a zvyšuje opětové vstřebávání vápníku v ledvinách. Nedostatek vitaminu D způsobuje křivici u dětí a měknutí kostí u dospělých.

Další hormony, které ovlivňují tvorbu kosti a metabolismus vápníku jsou: kalcitonin, hormony štítné žlázy, hormony kůry nadledvin neboli kortikoidy a pohlavní hormony jako estrogeny a androgeny.

Kalcitonin je hormon, který je vytvářen v buňkách štítné žlázy. Snižuje zvýšenou hladinu vápníku v séru a přesouvá ho do kostí. Působí opačně než parathormon, takže zabraňuje uvolňování vápníku z kostí.

Hormony štítné žlázy stimulují tvorbu kostí. Jejich zvýšená hladina vede k zrychlení resorpce kostí.

Hormony kůry nadledvin neboli kortikoidy mohou ve vysoké hladině odbourávat kosti.

Estrogeny potlačují resorpci kostí, androgeny stimulují tvorbu kostí. Po menopauze dochází k výrazné resorpci kostí a dochází k rozvoji osteoporózy (Kohout et Pavlíčková, 1995).

5.3.1 Příjem vápníku

Do krve se vápník dostává vstřebáváním ze střeva a zpětným vstřebáváním z proximálního tubulu ledvin. Z extracelulární tekutiny se vápník zabudovává do kostí a zde je součástí kostního minerálu. Výměna mezi extracelulární tekutinou a kostní tkání uvádí do rovnováhy kalcemii. Vylučování vápníku probíhá z 80 % ve střevě a z 20 % v ledvinách. Do ledvin je vápník vylučován z krve. Z ledvin se vyloučí do moči glomerulární filtrací, do kostí a do střeva. Vápník, který se ve střevě nevstřebal, odchází pryč stolicí. V dospělosti je bilance vápníku v rovnováze. V období dětství a v období dospívání je bilance spíše pozitivní a ve stáří a po menopauze je bilance negativní (Bubnová et al., 2002).

Kohout et Pavlíčková (1995) uvádí, že z potravy je přijímáno přibližně 800 mg vápníku za den, z kterého se v trávicím traktu vstřebá asi 50 — 60 %, což tvoří 400 — 500 mg za den. Do trávicího traktu se vylučuje přibližně 300 mg vápníku denně. Stolicí odejde asi 600 mg vápníku. Průměrně 200 mg vápníku za den se tedy dostává do lidského těla.

Do primární moči se vyloučí průměrně 8000 mg vápníku a zpětným vstřebáváním se do těla vrátí 7800 mg vápníku. Denní odpad močí tvoří celkem 200 mg vápníku (Broulík, 2003).

Resorpce vápníku závisí na mnoha faktorech. První důležitý faktor je věk. Vstřebávání vápníku klesá s věkem. U dětí je vstřebávání nejvyšší a činí asi 75 %. U dospělých je vstřebávání jen z 30 — 60 %. Další faktor ovlivňující vstřebávání vápníku je pohlaví. U mužů je mnohem účinnější resorpce než u žen. Obsah pH v tenkém střevě ovlivňuje resorpci tím, že v alkalickém prostředí účinek vstřebávání klesá. Vstřebávání vápníku ve střevě je naopak podporováno vitamínem D.

5.3.2 Vylučování vápníku

Vylučování vápníku je podporováno zvýšenou hladinou sodíku, parathormonu a pocením. Léčiva, která působí na vylučování vápníku, jsou diuretika (Kohout et Pavlíčková, 1995).

Ledviny filtrují pouze ionizovaný vápník. V oblasti proximálního kanálku probíhá zpětné vstřebávání skrz buňky (transcelulárně) a mezi buňkami (paracelulárně).

Vzestupná část Henleovy kličky opět vstřebává vápník jak transcelulární, tak i paracelulární cestou.

V této oblasti nefronu stimulují zpětné vstřebávání kalcitonin a parathormon. Kalcitonin zvyšuje výslednou koncentraci vápníku v moči a parathormon naopak tuto koncentraci v moči snižuje (Ganong, 2005).

5.4 Výskyt v potravinách

Zdrojem vápníku jsem především sýry, mléko a mléčné výrobky. V běžné stravě je 85 % přijato z mléka a mléčných výrobků a využitelnost vápníku z těchto potravin je velmi vysoká. Naopak z rostlinných zdrojů je využitelnost nízká. Laktóza, aminokyseliny a kyselost zakysaných mléčných výrobků kladně ovlivňují vstřebávání vápníku. Naopak tavené sýry, kde tavicí soli obsahují fosforečnany, vstřebávání vápníku snižují (Rameš, 1983).

Další významné zdroje vápníku jsou sardinky, losos, olejnatá semena, ořišky, mák, sezam, mandle, pistácie, slunečnicová semínka, arašídy, sójové produkty, fazole, čočka, hrách, cizrna a loupaná rýže.

Vápník je obsažen i v ovoci (citrony, sušené fíky, rozinky, ostružiny) a zelenině (květák, pórek, pažitka, ředkev, špenát, brokolice, kapusta, petržel). Některé druhy zeleniny a ovoce obsahují hodně šťavelanů, a tudíž není vhodné přijímat je ve větším množství. Požití již malé dávky šťavelanů může způsobit dušení, otok, pocit pálení v ústech a jícnu, dýchací problémy, zažívací potíže a při velmi velké dávce může dojít až ke křečím, kómatu nebo až smrti (Provazník, 1995).

Pekárenské výrobky jako chléb, housky a rohlíky mají také vysoký obsah vápníku. Pečivo vyrobené z vymílané mouky obsahuje velké množství fytátů, které mají negativní vliv na vstřebávání vápníku. Fytáty jsou soli kyseliny fytové, které jsou obsaženy především v obilovinách, v ovoci a zelenině. Jsou škodlivé zejména díky jejich schopnosti navázat na sebe minerální látky (především vápník, fosfor, železo, zinek) a tím nedojde k dostatečnému vstřebávání daného prvku z potravy do organismu (Hejda, 1985).

Vápník se dá získat i z nápojů. Jedním ze zdrojů vápníku je tvrdá pitná voda. Dalším zdrojem jsou zemito-alkalické minerálních vody, ve kterých se vápník vyskytuje ve formě hydrogenuhličitanu vápenatého (Dostál, 2003) .

Potrava, která obsahuje bílkoviny, jako například mléko a mléčné výrobky, umožňuje vápníku lepší vstřebávání. K omezenému vstřebávání vápníku dochází tehdy, když jsou vápenaté ionty vázány v nerozpustných solích (oxaláty a fosforečnany) a je-li v potravě malé množství vitamínu D nebo bílkovin (Johnson, 2014).

Obsah vápníku v jednotlivých potravinách znázorňuje tabulka III.

Tabulka III.

Obsah vápníku v potravinách

| Potravina | g.kg⁻¹ |
|------------------|--------------------------|
| Jablko | 0,09 |
| Hovězí maso | 0,11 |
| Banány | 0,11 |
| Vepřové maso | 0,12 |
| Brambory | 0,15 |
| Párek | 0,17 |
| Máslo | 0,2 |
| Kuře | 0,23 |
| Chléb | 0,25 |
| Rohlík, houska | 0,25 |
| Rajče | 0,26 |
| Rýže | 0,26 |
| Tuňák | 0,3 |
| Kapr tržní | 0,33 |
| Pomeranče | 0,47 |
| Mrkev | 0,49 |
| Ovesné vločky | 0,66 |
| Špenát | 0,86 |
| Zavináče | 1,16 |
| Mléko | 1,2 |
| Fazole | 1,2 |
| Jogurt bílý | 1,8 |
| Sardinky v oleji | 3,3 |
| Tvaroh tvrdý | 7,4 |
| Sýry tavené | 2,60 - 5,80 |
| Sýry tvrdé | 6,50 - 9,60 |

(Roediger-Streubel, 1997)

5.5 Projevy nedostatku vápníku

5.5.1 Hypokalcémie

Hypokalcémie je stav, v němž je snížena hladina vápníkových iontů v plazmě pod $2,15 \text{ mmol.l}^{-1}$. Je často spojována s hypoalbuminemií. Charakteristickým znakem akutní hypokalcémie je tetanie, což je stav, kdy dochází ke zvýšené dráždivosti centrálního a periferního nervového systému. Mírný až střední stupeň hypokalcémie ovlivňuje neuromuskulární, kardiovaskulární a centrální nervový systém. Příznaky jsou svalové křeče, parestezie, záchvaty, srdeční zástava. Chronická hypokalcémie může vést k negativním kožním projevům, jako jsou dermatitidy, ekzémy, křehké nehty (Kraft, 2015).

Příčina hypokalcémie může být zvýšená tvorba kalcitoninu, porucha vstřebávání lipidů, porucha metabolismu vitamínu D nebo porucha metabolismu vápníku.

Výrazný nedostatek vápníku u dětí se může projevit poruchou růstu zubů a kostí a dlouhodobý nedostatek může způsobit křivici (rachitis).

Nedostatek vápníku u dospělých je spojen s nemocemi, jako je osteomalacie (měknutí kostí), osteoporóza (řídnutí kostí) a paradentóza (uvolňování zubů).

Další symptomy spojené s nedostatkem vápníku v organismu jsou opary a puchýře v oblasti úst, dýchací potíže, svalové záškuby a křeče, zvýšená lámavost nehtů a vypadávání vlasů, skřípání zubů (Kleinwächterová et Zmátlová, 1988).

5.5.2 Osteoporóza

Osteoporóza je skeletární onemocnění vyznačující se snížením kostní hmoty, zhoršením struktury kostí, zvýšením křehkosti kostí a zvýšeným rizikem zlomenin. Problém s osteoporózou mají především starší osoby a ženy po menopauze. Výskyt osteoporózy u žen po menopauze se zvyšuje s postupně stárnoucí populací (Cooper, 1999).

Zlomeniny mohou být život ohrožující. Osteoporotická zlomenina kyčelního kloubu může vést k těžké ztrátě krve a pacient může upadnout do šoku.

Rizikové faktory spojené s osteoporózou jsou například nedostatečný příjem vápníku, nedostatek vitamínu D, genetická predispozice, kouření, konzumace alkoholu, nízké BMI, sedavý životní styl. K prevenci tohoto onemocnění přispívá zdravý životní styl, pravidelný pohyb, omezení alkoholu, dostatečný příjem vápníku a vitamínu D (Akhtar et al., 2016).

Osteoporóza je zodpovědná za více než 1,5 milionů vertebrálních a nevertebrálních zlomenin ročně.

Nejčastější zlomeniny způsobené osteoporózou jsou zlomeniny obratlů, kyčelní kosti, stehenní kosti a předloktí. Důsledky zlomeniny stehenní kosti jsou z 80 % případů neschopnost vykonávat alespoň jednu nezávislou denní činnost, ze 40 % neschopnost samostatné chůze, ze 30 % permanentní postižení a z 20 % smrt do roka.

Zlomeniny obratlů způsobují deformaci páteře, ztrátu výšky, bolesti zad, stažené dýchání, deprese a ztrátu nezávislosti (Masaryk, 2005).

5.6 Projevy nadbytku vápníku

5.6.1 Hyperkalcémie

Hyperkalcémie je stav, kdy je zvýšena hladina Ca^{2+} iontů v plazmě nad $2,55 \text{ mmol.l}^{-1}$. Příčiny vzniku hyperkalcémie mohou být zhoubná bujení, hyperparathyreóza, intoxikace vitamínu D a nedostatečnost nadledvin.

Pacienti s těžkou hyperkalcémií se mohou mít problémy s anorexií, únavou, srdeční arytmií nebo zmateností. Akutní hyperkalcémie vyžaduje okamžitou léčbu, jinak může dojít k poškození ledvin, ventrikulární arytmií, otupělosti, bezvědomí nebo smrti (Kraft, 2015).

Příznaky běžné hyperkalcémie jsou únava, slabost, žízeň, zvracení, tvorba ledvinových kamenů, snížení svalového napětí, snížení dráždivost a snížení reflexů (Wenke et al., 1984).

6 Hořčík

Hořčík je označován značkou Mg z latinského slova *Magnesium*. Tento prvek má atomové číslo 12, řadí se mezi lehké kovy a vyskytuje se nejčastěji ve formě hořečnatého kationtu Mg^{2+} . Tvoří 13 % hmotnosti planety a je obsažen v mořích, v horninách, minerálech a v zemské kůře, kde tvoří 2,5 %.

Hořčík je důležitý stavební prvek a je součástí těl živých organismů (Schneiderka, 2000).

Vyskytuje se v zelených částech rostlin a je obsažen v chlorofylu. Pro rostliny je to základní prvek a umožňuje jim fotosyntézu (Broadley et White, 2010).

V přírodě se nevyskytuje ve volné formě. Vyskytuje se ve formě různých sloučenin jako je dolomit, karnalit, periklas, kainit, brucit, epsomit, magnesit (Toužín, 2001).

6.1 Význam a úloha hořčíku

V těle dospělého člověka se vyskytuje 25 — 40 g hořčíku. Z toho 60 % se nachází v kostech vázaný na krystaly hydroxyapatitu a 30 % je ve svalech. Je to druhý nejvýznamnější intracelulární kation. Hořčík je kofaktorem pro více než 300 enzymů. Ovlivňuje syntézu cukrů, tuků a bílkovin a je významný pro nervosvalový přenos.

Největší koncentrace hořčíku v měkkých tkáních je konkrétně v játrech, kosterním svalstvu a ve slinivce břišní.

Nejméně hořčíku v lidském těle se nachází v krvi a extracelulárních tekutinách. Hořčík je zde obsažen v množství 1 % (Velíšek et Hajšlová, 2009).

Tělo novorozence obsahuje přibližně 0,7 g hořčíku, tělo pětiletého dítěte 5 g a tělo dospělého jedince obsahuje asi 25 g hořčíku.

Pozitivně ovlivňuje imunitní systém a zvyšuje odolnost lidského organismu. Při nedostatku hořčíku se snižuje koncentrace protilátek v těle.

Vyskytuje se téměř ve všech buňkách a tkáních ve formě kationtu. Pro lidské tělo je esenciální, nedokáže si ho samo vytvořit, a tak je důležité, aby byl ve velkém množství přijímán potravou. Účastní se procesu pro relaxaci svalů, zabraňuje křečím a záškubům (Toužín, 2001).

6.2 Denní potřeba hořčíku

V bilančních studiích byla zjištěna průměrná denní potřeba hořčíku u mladých dospělých mužů přibližně 300 mg/den. Na základě těchto studií uvádí doporučený denní příjem v USA pro muže (19 — 30 let) pro příjem hořčíku 400 mg/den. Mladé ženy (19 — 30 let) průměrně přijímají hořčíku 255 mg/den a dle studií se doporučuje přijímat 310 mg/den (Institut medicíny, 1997).

V posledním trimestru těhotenství se do plodu ukládá denně 5 — 7,5 mg hořčíku denně.

Toto zvýšení potřeby hořčíku u těhotných žen je pokryto běžnou smíšenou stravou.

Kojící žena dodává v době kojení kojenci přibližně 24 mg hořčíku denně v 750 ml mléka.

V tomto případě je nutné zvýšit příjem hořčíku o 80 — 90 mg/den, aby došlo k nahrazení ztrát.

Hodnota příjmu hořčíku pro kojence vychází z průměrného obsahu hořčíku v mateřském mléce a činí 24 mg/den (Souci et al., 2008).

Průměrný denní příjem hořčíku v Německu ve starých spolkových zemích u mužů je přibližně 372 mg/den a v nových spolkových zemích 366 mg/den.

Ženy ve starých spolkových zemích přijímají hořčíku přibližně 371 mg/den a v nových spolkových zemích 350 mg/den.

Doporučený příjem hořčíku pro jednotlivé věkové skupiny znázorňuje tabulka IV.

Tabulka IV. Doporučený příjem hořčiku

| Věk | muži (mg/den) | ženy (mg/den) |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
| Kojenci | | |
| 0 — 3 měsíce | 24 | 24 |
| 4 — 11 měsíců | 60 | 60 |
| Děti | | |
| 1 — 3 roky | 80 | 80 |
| 4 — 6 let | 120 | 120 |
| 7 — 9 let | 170 | 170 |
| 10 — 12 let | 230 | 230 |
| 13 — 14 let | 310 | 310 |
| Dospívající a dospělí | | |
| 15 — 18 let | 400 | 350 |
| 19 — 24 let | 400 | 310 |
| 25 — 50 let | 350 | 300 |
| 51 — 62 let | 350 | 300 |
| více jak 65 let | 350 | 300 |
| Těhotné | | 310 |
| Kojící | | 390 |

(Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011)

6.3 Metabolismus hořčíku

Člověk přijímá hořčík z velké části potravou. Je obsažen v rostlinných i živočišných potravinách a jeho obsah v potravinách je ovlivněn geochemickými a podnebnými vlivy. Hořčík je důležitý prvek pro přenos informací z nervů do svalů. Podílí se na udržování přirozeného napětí buněčné stěny. Má vliv na vyplavování adrenalinu a zklidňuje nervovou soustavu (Světová zdravotnická organizace, 2001).

6.3.1 Příjem hořčíku

Po příjmu potravy do trávicí soustavy se hořčík vstřebává po celé délce tenkého střeva. Nejvíce se na vstřebávání hořčíku účastní ileum a jejunum (Allen et al., 2005).

Ve studiích se prokázalo, že po preorálním podání se hořčík objeví v krevní plasmě za méně než hodinu. Absorpce 80 % orální dávky je dokončena přibližně po 8 hodinách (Alpers, 2008). Hořčík se dále vstřebává skrz střevní epitel pomocí aktivního transportu, pasivní fúze a rozpuštění ve vodě. U zdravých jedinců se vstřebá přibližně 20 — 80 % hořčíku (Bowman et Russel, 2001).

Vstřebávání hořčíku je ovlivněno mnoha faktory. Vstřebávání ve střevě je řízeno množstvím hořčíku, které je obsaženo v potravě. Další faktor je typ přijímané hořečnaté soli. Špatně se vstřebávají sulfáty, glukonáty, fytáty. Dobře se vstřebávají fosfáty, laktáty, taurináty, chloridy, citráty, fumaráty, L-aspratáty a L-glutanáty (Wilhelm, 2005).

Množství hořčíku v organismu je udržováno v konstantní hladině. Důležitým orgánem pro udržení homeostázy jsou ledviny, které mají schopnost filtrace a zpětné reabsorpce. Ledviny za 24 hodin přefiltrují okolo 1000 mmol Mg^{2+} a z toho se 25 — 30% pomocí pasivního transportu zpětně reabsorbují (Allen et al., 2005).

Další orgány, které citlivě reagují na změny koncentrace hořčíku a ovlivňují jeho regulaci, jsou střeva a kosti (Wilhelm, 2005).

6.3.2 Vylučování hořčíku

Hořčík se vylučuje zejména stolicí. Tímto způsobem se z těla vyloučí přibližně 60 — 70 % hořčíku.

Ledviny za den přefiltrují okolo 1000 mmol Mg^{2+} a z toho se pouze 3 mmol vyloučí ven z těla prostřednictvím moči. Průměrně se z těla vyloučí množství 100 mg hořčíku za den, což je přibližně 30 — 40% z celkového množství hořčíku.

Další orgán, který se podílí na vylučování hořčíku z těla, je mléčná žláza. Při laktaci vylučuje hořčík do mateřského mléka (Allen et al., 2005).

Malé množství hořčíku se vylučuje i potem. Při zvýšené fyzické námaze může být vyloučeno větší množství hořčíku.

Další faktory, které zvyšují vylučování hořčíku, jsou konzumace některých léků, etanolu a kávy. K těmto faktorům může přispívat i nedostatek vitamínu B₆. (Hronek, 2004).

6.4 Výskyt v potravinách

Hořčík je součástí zeleného barviva chlorofylu. Nachází se zejména v zelených částech rostliny. Jedna molekula zeleného rostlinného barviva chlorofylu obsahuje čtyři atomy hořčíku. Hlavním zdrojem hořčíku je tedy především rostlinná strava.

Vysoké množství hořčíku se nachází v tmavě zelených listových zeleninách, luštěninách, rýži, arašídech, ovesných vločkách, mandlích, čokoládě, špenátu a v mořských plodech jako jsou především krabi a škeble.

Množství hořčíku v potravě závisí na složení mořské vody a na složení zemědělských půd.

Mezi další vhodný zdroj hořčíku patří hypotonické minerální vody, které obsahují hořčík ve snadno vstřebatelné formě (Dostál, 2003).

Potraviny, které zhoršují vstřebávání hořčíku, jsou cukr, uzeniny, bílá mouka, masné a mléčné výrobky.

Cenným zdrojem hořčíku jsou především minerální vody. V České republice pramení minerální vody v oblastech Slavkovského lesa (minerální voda Magnesia), v oblasti u Šaratic (minerální voda Šaratice) a v oblastech Břvan a Zaječic (Hejda, 1985).

Obsah hořčíku v jednotlivých potravinách znázorňuje tabulka V.

Tabulka V. Obsah hořčíku v potravinách

| Potravina | mg.kg⁻¹ |
|--------------------------|---------------------------|
| Zelenina syrová | 80 — 340 |
| Sýr | 80 — 450 |
| Mléko kravské | 110 |
| Vejce | 120 |
| Brambory syrové | 140 — 170 |
| Luštěniny syrové | 170 — 2500 |
| Jogurt bílý | 190 |
| Pšeničná mouka bílá | 200 — 310 |
| Hovězí maso libové | 200 |
| Vepřové maso | 220 |
| Rybí maso | 220 — 280 |
| Jehněčí maso | 240 |
| Kuřecí prsní | 250 |
| Rýže | 320 |
| Tofu | 530 — 590 |
| Pšeničná mouka celozrnná | 1200 |

(Roediger-Streubel, 1997)

6.5 Projevy nedostatku hořčíku

Nedostatek hořčíku je častým jevem v lidské výživě. Problém tkví v nesprávné výživě – konzumace mnoha rafinovaných, denaturovaných potravin jako je bílá mouka, loupaná rýže, velké množství alkoholu, mnoho masa, málo zeleniny, ovoce, syrových potravin a celozrnných výrobků.

Pokud je lidský organismus nedostatečně zásobován hořčíkem, čerpá jej z kostí. Pokud organismus čerpá hořčík z kostí dlouhodobě, dochází k těžkému narušení zdravotního stavu. Příznaky nedostatku tohoto prvku mohou být: podrážděnost, šubání ve svalech, svalový třes, oslabení schopnosti soustředění, křečové záchvaty, porušení srdečního rytmu, angina pectoris a ve vážných případech může dojít i k infarktu. Nedostatek hořčíku může způsobovat i narušení funkce ledvin, onemocnění jater, žaludeční a střevní nemoci.

Nedostatek vápníku v potravě způsobuje současně i snížení příjmu hořčíku. Zvýšené vyplavování hořčíku mohou způsobovat projímadla, diuretika, nadměrné pocení a nadbytek alkoholu (Roediger-Streubel, 1997).

Nedostatek hořčíku ovlivňují faktory jako je těhotenství, věk, koncentrace vápníku a fosforu v potravě atd. (Kvasničková, 1998).

6.6 Projevy nadbytku hořčíku

Zdravý člověk by neměl mít nadbytek hořčíku v organismu. Pokud ho lidský organismus nepotřebuje pro kosti a buňky, vyloučí ho stolicí, močí a potem. Při oslabení činnosti ledvin se nemůže hořčík normálně vylučovat. Pokud dojde k nevyváženému poměru draslíku a hořčíku, důsledkem mohou být poruchy nervové soustavy (Roediger-Streubel, 1997).

Pokud je hořčík nadměrně přijímán prostřednictvím léků, může to mít za následek řadu potencionálně toxických až smrtelných účinků. Jedná se například o nauzeu, zvracení, nízký krevní tlak, poruchy nervového systému, problémy s dýcháním nebo může dojít k nepříznivému vlivu na činnost srdce (Kvasničková, 1998).

7 Draslík

Draslík je označován chemickou značkou K (latinsky *Kalium*), řadí se do skupiny alkalických kovů a je sedmý nejrozšířenější prvek vyskytující se v životním prostředí. Jeho množství v zemské kůře činí 2,4 %. V přírodě se nevyskytuje volně. Získává se ze solí, které jsou obsaženy v živočišných i rostlinných tkáních (Kvasničková, 1998).

Je to jeden z nejdůležitějších minerálů v lidském těle. Vyskytuje se hlavně v intracelulární tekutině a působí jako antagonist sodíku. Poměr draslíku ku sodíku by měl být 2:1. Draslík dokáže preventivně působit proti alergiím a odstraňuje únavu (Jordán et Hemzalová, 2001).

7.1 Význam a úloha draslíku

Draslík je uložen v buňkách. 98 % draslíku je uloženo intracelulárně a 2 % draslíku je uloženo extracelulárně. Z celkového množství intracelulární tekutiny se 86 % nachází ve svalových buňkách, 6 % v játrech a 6 % v erytrocytech (červených krvinkách) (Racek, 2006). Celkové množství draslíku v lidském těle je přibližně 3500 mmol. V těle novorozence je průměrný obsah draslíku 5 g (128 mmol), v těle dospělého muže 150 g (3836 mmol) a v těle dospělé ženy 100 g (2558 mmol) (Forbes, 1987).

Draslík se sodíkem zprostředkovávají acidobazickou rovnováhu a zajišťují stálý osmotický tlak. Sodíko-draslíková pumpa čerpá ionty draslíku do buňky a naopak ionty sodíku čerpá z buňky. Tímto se udržuje nebo upravuje klidový potenciál buněk.

Draslík slouží k aktivaci enzymů, například glykolytických enzymů nebo enzymů dýchacího řetězce.

Draslík také ovlivňuje činnosti svalů, zejména činnost srdečního svalu, podílí se na metabolismu sacharidů, na syntéze proteinů, při tvorbě živočišného škrobu glykogenu a také udržuje stálé množství intracelulární tekutiny (Hejda, 1985).

7.2 Denní potřeba draslíku

Minimální potřeba draslíku za den pro dospělého člověka je 0,3 — 0,4 mmol.kg⁻¹ tělesné hmotnosti (11,7 — 15,6 mg.kg⁻¹). Pokud je tento příjem dodržen, neprojevují se symptomy z nedostatku tohoto prvku (Kvasničková, 1998).

Normální denní příjem draslíku pro dospělé osobu je přibližně 2 — 4 gramů, přičemž čtvrtina je z mléčných výrobků, čtvrtina z ovoce a zeleniny, 15 % z obilovin a 15 % z kávy. Vysoký obsah tohoto prvku je obsažen i v citrusových plodech, šťávách, zelené zelenině, banánech a bramborách (Tolonen, 1990).

Draslík je obsažen v mnoha potravinách, které jsou součástí běžného denního jídelníčku dospělé osoby, tudíž při konzumaci běžné stravy nedochází k nedostatku draslíku v organismu. Nedostatečný příjem tohoto prvku byl zjištěn při nedostatečném příjmu z potravin, nebo při poruchách příjmu potravy jako je bulimie nebo anorexie. Vysoký příjem draslíku může snížit již vysoký krevní tlak. Pokud dojde k vysokým ztrátám draslíku v organismu (například při zvracení nebo těžkých průjmech), musí se hladina draslíku vyrovnat zvýšeným příjmem. Projímadla a diuretika mohou také zvýšit potřebu draslíku (Hierholzer et Fromm, 1997).

Dostatečný a vyvážený příjem draslíku je nutný k zachování homeostázy elektrolytů a pro růst buněčné hmoty. Množství draslíku, které je potřebné pro růst buněčné hmoty u kojenců je 0,9 mmol/den (vliv má zejména rychlý růst), u chlapců a dívek do 12 let je 0,4 — 0,5 mmol/den. V pubertě je opět vlivem rychlého růstu potřeba 0,9 mmol draslíku na den (Fomon, 1993).

Doporučený denní příjem draslíku pro jednotlivé věkové skupiny znázorňuje tabulka VI.

Tabulka VI. Doporučený denní příjem draslíku

| | |
|-----------------------|--------------|
| Kojenci | 0,3 — 0,65 g |
| Děti do 4 let | 1 g |
| Děti do 9 let | 1 — 2 g |
| Děti do 14 let | 1 — 3 g |
| Dospívající a dospělí | 3 — 4 g |
| Těhotné ženy a kojící | 3 — 4 g |
| Sportovci | 5 — 6 g |

(Roediger-Streubel, 1997)

7.3 Metabolismus draslíku

Obsah draslíku v krevním séru je přibližně 3,8 — 5,5 mmol.l⁻¹, v intracelulární tekutině 100 — 140 mmol.l⁻¹ a v červených krvinkách 95 mmol.l⁻¹. Metabolismus draslíku je zajišťován mineralokortikoidy (zejména aldosteronem, který podporuje vylučování draslíkových iontů) (Trojan, 2003).

7.3.1 Příjem draslíku

Vstřebávání draslíku v trávicím traktu je rychlé a účinnost při obvyklé skladbě potravin je přibližně 90 %. Tento děj probíhá zejména v horní části tenkého střeva, převážně difusí nebo i aktivním transportem (Čermák, 2002).

Intracelulární draslík se vyskytuje volně nebo je vázán na glykogen a bílkoviny. Pouze po buněčném rozpadu se draslík dokáže uvolňovat z těchto vazeb. Za katabolických stavů stoupá hladina intracelulárního kationtu (K⁺) v extracelulární tekutině. Při anabolických stavech dochází k vzestupu intracelulárního kationtu (K⁺) v buňkách. Rozdíl v koncentracích extracelulárního a intracelulárního draslíku a sodíku je základní rozhodující parametr membránového potenciálu. Membránový potenciál je důležitý pro funkci svalové a nervové tkáně. Rozdíl mezi hladinami sodíku a draslíku je regulován pomocí sodíko-draslíkové pumpy. Hladina intracelulárního kationtu (K⁺) je ovlivňována hodnotami pH. Při porušení acidobazické rovnováhy ve prospěch kyselin (acidóza) se K⁺ uvolní z vazby a jeho plazmatická hladina stoupá. Naopak při porušení acidobazické rovnováhy ve prospěch zásaditých látek (alkalóza) se K⁺ více váže na fosfáty a více se vylučuje ledvinami (Tolonen, 1990).

7.3.2 Vylučování draslíku

Draslík se z těla vyloučí z 90 % ledvinami pomocí moči (45 — 90 mmol/den). Zbytek se vyloučí stolicí (5 — 10 mmol/den). Vylučování draslíku je ovlivňováno aldosteronem a dodáváním vody a sodíku do ledvin. Vysoké vstřebávání draslíku ve střevě a relativně nízké vylučování draslíku v tenkém střevě a v ledvinách přispívají k pozitivní rovnováze draslíku v těle kojenců (Wilhelm, 2006).

Během sportu dochází ke ztrátám draslíku v podobě potu. Tyto ztráty není nutné doplňovat, protože množství draslíku v krvi se nesnižuje (Konopka, 2004).

7.4 Výskyt v potravinách

Draslík je do těla přijímán zejména ve formě solí. V některých potravinách je množství draslíku velmi vysoké a může dosáhnout až 2 % (například čaje či káva).

Potraviny, které jsou dobrým zdrojem draslíku, jsou obecně různé druhy ovoce (citrusy, banány, meloun) a zeleniny (zelená listová zelenina, rajčata, brambory).

Velké množství draslíku lze zajistit z masového vývaru. Mezi další významné potravinové zdroje draslíku patří například vejce, sýry, mléko, houby, losos, sled', jogurty (Dostál, 2003).

Strava složená z velkého množství ovoce a zeleniny obsahující draslík narušuje vyváženost sodno-draselné bilance. Vegetariáni a vegani mají proto zpravidla nižší krevní tlak než částí konzumenti masa (Roediger-Streubel, 1997).

Obsah draslíku v jednotlivých potravinách znázorňuje tabulka VII.

Tabulka VII. Potraviny zvláště bohaté na draslík

| | |
|------------------------|--------------|
| 100 g ananasu | 210 — 260 mg |
| 100 g brambor | 400 mg |
| 100 g kapusty | 400 mg |
| 100 g banánů | 420 mg |
| 100 g kadeřávku | 490 mg |
| 100 g avokáda | 503 mg |
| 100 g lískových ořechů | 618 mg |
| 100 g arašídů | 740 mg |
| 100 g čočky | 810 mg |
| 100 g sušených meruněk | 1 175 mg |
| 100 g bílých fazolí | 1 310 mg |
| 100 g bobu obecného | 1 468 mg |

(Roediger-Streubel, 1997)

7.5 Projevy nedostatku draslíku

Pokud je pravidelně konzumována vyvážená strava, nedochází k výraznějším ztrátám draslíku. K vysokým ztrátám může dojít především při silném průjmu, zvracení nebo po užití projímadel. Projímadla mají schopnost odvádět draslík ze střev. Na lidský organismus působí negativně i léky na odvodnění nebo na snížení krevního tlaku. Další léky, které způsobují odvádění draslíku z těla, jsou kortizon, digitalis, barbituráty, aktivní látka lékořice, glycyrrhizinová kyselina nebo prostředky proti kašli a léky na žaludeční vředy.

K zhoršení zásobování draslíkem vede i nadměrné solení v kombinaci s redukčními dietami, dietami bez cukrů, bulimií a nemocí žaludku.

Pokud nedostatek draslíku v organismu zapříčiní omezení funkce nervů, které vedou ke svalům, může dojít k ochabnutí a bolestem svalů, k narušení srdeční funkce, zácpě, ochromení střev nebo k extrémnímu poklesu krevního tlaku (Roediger-Streubel, 1997).

Hypokalémie nastává tehdy, pokud je hladina sérového draslíku nižší než $3,5 \text{ mmol.l}^{-1}$. Velice závažný stav nastává při hodnotě nižší než $2,5 \text{ mmol.l}^{-1}$. Při této nízké hladině dochází k srdeční arytmií, ke svalovým křečím, zvracení, ztrátě chuti k jídlu, poklesu funkce ledvin aj. (Trojan, 2003).

7.6 Projevy nadbytku draslíku

Nemocné ledviny nedokážou vylučovat draslík. Nevyloučený draslík se poté hromadí v krevním séru a může narušit činnost srdce a nervů, vznikají svalové křeče a nedostatečnost ledvin a nadledvinek. Příznaky spojené s předávkováním draslíkem jsou šumění v uších, halucinace, zmatenost, slabost, ospalost, arytmie a pocity dezorientace (Roediger-Streubel, 1997).

Vysoký obsah draslíku v krvi může být způsoben i nadměrným úbytkem tekutin například při opakovaném zvracení nebo průjmu (Kvasničková, 1998).

Hyperkalémie nastává tehdy, pokud sérová hladina draslíku je vyšší než $5,5 \text{ mmol.l}^{-1}$. Tento stav je nebezpečný zejména z důvodu arytmie až možné srdeční zástavy. Příčiny hyperkalémie jsou všechny stavy, které vykazují katabolismus, dehydrataci a dlouhodobý vysoký příjem draslíku jako jsou například selhání ledvin, acidózní stavy, traumata atd. (Trojan, 2003).

8 Sodík

Sodík se v Mendělejevě tabulce chemických prvků řadí do skupiny alkalických kovů a je označován chemickou značkou Na (*Natrium*). V litosféře se vyskytuje z 2,6 %. V zemské kůře a v hydrosféře se sodík vyskytuje především jako součást nerostů, hornin nebo rozpuštěný v povrchových a podzemních vodách. V nerostech se vyskytuje v soli kamenné (NaCl) a v chilském ledku (NaNO₃). Slaná jezera obsahují přibližně 25 % NaCl a mořská voda jen 3 % (Dostál, 2003).

8.1 Význam a úloha sodíku

Sodík je nejčastější kation v extracelulární tekutině. Určuje její osmotický tlak a objem. Je významný pro trávicí šťávy a acidobazickou rovnováhu. Pouze malá část sodíku se vyskytuje v intracelulární tekutině, kde je podstatný pro membránový potenciál buněčných stěn a pro enzymatickou aktivitu (Hierholzer et Fromm, 1997).

Společně s chloridovými a hydrogenuhličitanovými anionty tvoří základní elektrolyt. V základním elektrolytu probíhají všechny životní projevy buňky. Společně s draslíkem a chlorem udržují osmotický tlak tekutin uvnitř i vně buněk (Velíšek et Hajšlová, 2009).

Sodík udržuje klidový membránový potenciál, a tím také nepřímo ovlivňuje množství tekutiny v organismu. Klidový potenciál ovlivňuje stálost vnitřního prostředí v buňce. Sodík se odčerpává ven z buňky a naopak draslík je vháněn do buňky (Kumar et Berl, 1998).

Výměna iontů proti svým koncentračním spádům je velice náročná na energii, proto je energie čerpána ze štěpení ATP. Všechny tyto procesy jsou zprostředkovány sodíko-draslíkovou pumpou. Sodíko-draslíková pumpa je přítomná v membránách buněk (Kleinwächterová et Zmátlová, 1988).

Sodík je dále důležitý pro nervosvalovou dráždivost, přenos plynů, k aktivaci některých enzymů například α -amylasy (Kvasničková, 1998).

8.2 Denní potřeba sodíku

Minimální denní dávka sodíku pro dospělého člověka se doporučuje 500 mg (8 — 10 mmol/den). Pro děti do jednoho roku je doporučená denní dávka 120 — 200 mg a pro děti od 1 do 9 let se doporučuje 225 — 400 mg sodíku. V ČR jsou však hodnoty přijatého sodíku z potravin podstatně vyšší (Velíšek et Hajšlová, 2009).

Skutečný příjem sodíku je v jednotlivých populacích rozdílný. V Japonsku je nejvyšší denní konzumace soli (až 35 g) způsobena nadměrnou konzumací sójové omáčky. Obecně v průmyslových zemích je konzumace soli nadměrná. Průměrný denní příjem činí až 10 g za den. U české populace je průměrný příjem soli přibližně 11,57 g. Z toho u českých mužů je příjem vyšší (13,79 g za den) než u českých žen (10,40 g/den).

Doporučuje se, aby maximální denní příjem soli byl 5 — 6 g. Při dlouhodobém nadměrném užívání soli může dojít k mnoha zdravotním potížím.

Doporučený denní příjem sodíku pro jednotlivé věkové skupiny znázorňuje tabulka VIII.

Zdravotníci a lékaři doporučují výrazně omezit příjem soli a tím i sodíku. To lze několika způsoby:

- Snížení obsahu soli v potravinách, které jsou průmyslově vyráběny; většinou již není možné většího snížení obsahu soli z důvodu údržnosti potravin, udržení jejich organoleptických vlastností apod.
- Snížení užívání aditiv s obsahem sodíku
- Snížené používání soli při vaření, kulinární úpravě a konzumaci pokrmů; nahrazovat sůl kořením, cibulí, česnekem apod.
- Snížení užívání nebo náhrada chloridu sodného za látky slané chuti bez obsahu sodíku; jako nejvhodnější se ukázal chlorid draselný (nevýhodou je jeho hořká pachut').

(Kvasničková, 1998)

Tabulka VIII. : Doporučený denní příjem sodíku

| Věk | Sodík (mg/den) |
|---------------|----------------|
| 0 — 3 měsíce | 100 |
| 4 — 11 měsíců | 180 |
| 1 — 3 roky | 300 |
| 4 — 6 let | 410 |
| 7 — 9 let | 460 |
| 10 — 12 | 510 |
| 13 — 14 | 550 |
| Dospělí | 550 |

(Referenční hodnoty pro příjem živin, 2011)

8.3 Metabolismus sodíku

V extracelulární tekutině má sodík koncentraci 132 — 145 mmol.l⁻¹, v intracelulární tekutině 3 — 10 mmol.l⁻¹ a v červených krvinkách přibližně 15 mmol.l⁻¹ (Racek, 2006).

8.3.1 Příjem sodíku

Sodík je do těla přijímán zejména potravou. Sodík se v těle prakticky zcela absorbuje. Absorpce sodíku probíhá pomocí různých mechanismů. Liší se podle toho, ve které části tlustého nebo tenkého střeva probíhají. Ledviny regulují obsah sodíku v těle. Pokud se zvýší vstřebávání sodíku z potravin, tak ledviny zvýší zpětné vstřebávání vody a zároveň zvýší vylučování sodíku. V opačném případě, pokud organismus přijme větší množství hypoosmotické tekutiny, ledviny zvýší zpětné vstřebávání sodíku a omezí vstřebávání vody (Kvasničková, 1998).

8.3.2 Vylučování sodíku

Jako závažná ztráta sodíku u dospělých se považuje hodnota 1 mmol/den vyloučena močí a stolicí a dále 2 — 4 mmol/den vyloučena kůží. V lidském potu je obsaženo průměrně 25 mmol sodíku na litr. Při intenzivním pocení dochází k výrazným ztrátám. Vyloučí se více než 0,5 g sodíku na litr potu (Forbes, 1987).

Více než 90 % sodíku se vyloučí močí. Zvýšené vylučování sodíku v závislosti na vysokém příjmu kuchyňské soli (NaCl) je doprovázeno zvýšeným vylučováním vápníku z organismu. U žen v postmenopauzálním období může zvýšená konzumace soli urychlit odbourávání kostí (Evans et al., 1997).

8.4 Výskyt v potravinách

Sodík je v určitém množství obsažen ve všech potravinách. Denní potřebu sodíku lze uhradit pouze příjmem z potravin. Smyslové vnímání slané chuti je geneticky zakódováno. Z hlediska fyziologie není důvod k solení jídel (Keller et al., 1993).

Hlavní zdroj sodíku z potravy je kuchyňská sůl (NaCl). Kuchyňská sůl se získává z mořské vody nebo ze solných dolů. Ve 2,5 gramech kuchyňské soli (NaCl) je obsažen 1 gram sodíku. V běžné stravě je denní příjem kuchyňské soli 5 — 10 gramů (Dostál, 2003).

V Německu, Švýcarsku a v Rakousku je příjem kuchyňské soli u dospělých přibližně 6 gramů, tzn. 2,4 gramů sodíku na den. Vyšší příjem soli nemá žádné výhody, naopak způsobuje řadu nevýhod. Vysoký příjem kuchyňské soli je zdraví škodlivý (Law et al., 1991).

Americké děti konzumují více sodíku, než je doporučeno. 79 % dětí v předškolním věku ve věku 1 — 3 let překračují tolerovaný denní příjem sodíku. Takto vysoký příjem může ohrožovat zdraví. Nadměrný příjem sodíku souvisí s vysokým krevním tlakem, je hlavním rizikovým faktorem pro vznik srdečních onemocnění a mrtvice. Tyto nemoci jsou hlavními příčinami úmrtí ve Spojených státech. Vysoký krevní tlak, i když se častěji vyskytuje u dospělých, se může vyskytovat i u dětí. Výsledky studie dokázaly, že průměrné snížení příjmu sodíku o 42 — 54 % u kojenců a dětí vedlo k průměrnému snížení o 1,17 až 2,47 mm Hg systolického krevního tlaku. Hlavními zdroji sodíku pro kojence jsou kojenecké výživy a mateřské mléko. Po zahájení příkrmů může být sodík přidáván jako součást komerčně připravených balených potravin (Maalouf et al., 2010).

Některé potraviny obsahují až nadměrné množství soli jako například uzeniny, masové konzervy, slané pečivo, sýry, tvarůžky, solené ryby, nakládaná zelenina apod.

Vysoký obsah sodíku mají i minerální vody, zejména luhačovické (Vincentka) a karlovarské. Další zdroj sodíku je glutamát sodný, který se používá zejména jako ochucovadlo potravin (Dostál, 2003).

Potravin s vysokým obsahem sodíku a kuchyňské soli znázorňuje tabulka X.

Uvádí se, že sodík v potravinách tvoří pouze 10 % z celkového denního příjmu sodíku. Toto množství se pohybuje okolo 0,1 — 3,3 mmol na 100 g. Hlavní zdroje příjmu sodíku (ze 75 %) jsou technologicky upravené potraviny. Obsah sodíku v těchto potravinách je 11 — 48 mmol na 100 g. 15 % sodíku pochází přímo z kuchyňské soli užívané během vaření, kuchyňských příprav nebo dochucování.

Potraviny se dělí do skupin podle obsahu sodíku na:

- Potraviny s velmi nízkým obsahem sodíku, které obsahují maximálně 40 miligramů sodíku na 100 gramů. Do této skupiny se řadí například ovoce, zelenina, tuky, cukry, některé mléčné výrobky apod.
- Potraviny s nízkým obsahem sodíku, které obsahují 40 — 120 miligramů sodíku na 100 gramů. Do této skupiny se řadí ryby, drůbež, čerstvé maso, jedlé tuky, mléko a některé mléčné výrobky apod.
- Potraviny s vysokým obsahem sodíku, které obsahují 120 — 400 miligramů sodíku na 100 gramů. Do této skupiny se řadí chléb, nakládaná zelenina, pečivo apod.
- Potraviny s velmi vysokým obsahem sodíku, které obsahují nad 400 miligramů sodíku na 100 gramů. Do této skupiny se řadí tavené a tvrdé sýry, slané tyčinky, sušené potraviny (například polévky), uzené masné výrobky apod.

Sodík je obsažen i v potravinářských aditivech (přídavné látky), které se používají při výrobě potravin. Stručný přehled některých aditiv s obsahem sodíku, které jsou povoleny Ministerstvem zdravotnictví ČR vyhláškou č. 298/1997 Sb. jsou uvedeny v tabulce IX. (Kvasničková, 1998).

Velký obsah sodíku je v minerálních léčivých přírodních vodách, jako je Bílinská kyselka, Vincentka, Poděbradka a Hanácká kyselka. Naopak minerální vody s nízkým obsahem sodíku jsou Magnesia a Ondrášovka.

Tabulka IX. Aditiva s obsahem sodíku schválená MZ ČR

| Aditiva | E-číslo |
|--|----------------|
| Antioxidanty | |
| erythorban sodný | 316 |
| Konzervanty | |
| benzoan sodný | 211 |
| siřičitan sodný | 221 |
| disiřičitan sodný | 223 |
| propionan sodný | 281 |
| dusitan sodný | 250 |
| dusičnan sodný | 251 |
| Kyseliny, zásady, soli a estery | |
| octan sodný | 262 |
| askorban sodný | 301 |
| mléčnan sodný | 325 |
| citronan sodný | 331 |
| vinan sodný | 335 |
| jablečnan sodný | 350 |
| síran sodný | 514 |
| hydroxid sodný | 524 |
| Látky chut'ové a povzbuzující | |
| glutaman sodný | 621 |
| guanylan sodný | 627 |
| Zahuš'ovadla, stabilizátory | |
| alginát sodný | 401 |

(Kvasničková, 1998)

Tabulka X. Potraviny zvlášt' bohaté na sodík a kuchyňskou sůl

| Potravina | Kuchyňská sůl | Sodík |
|------------------------|----------------------|--------------|
| 0,1 l piva | --- | 5 mg |
| 0,1 l smetany (30%) | 0,1 g | 30 mg |
| 0,1 l podmáslí | 0,1 g | 55 mg |
| 100 g sucharů | 0,7 g | 260 mg |
| 100 g uzené makrely | 0,7 g | 260 mg |
| 100 g perníku | 0,7 g | 370 mg |
| 100 g tuňáka v oleji | 0,9 g | 360 mg |
| 100 g bílého chleba | 1,0 g | 380 mg |
| 100 g žitných housek | 1,3 g | 550 mg |
| 100 g hovězího masa | 1,5 g | 600 mg |
| 100 g játrové paštiky | 1,7 g | 735 mg |
| 0,1 l toniku | 1,8 g | --- |
| 100 g párků | 1,9 g | 780 mg |
| 100 g slanečka | 15,1 g | 5930 g |
| 100 g jitrnic | 2,0 g | 790 mg |
| 100 g zavináče | 2,3 g | 920 mg |
| 100 g sledů | 2,6 g | 980 mg |
| 100 g uheráku | 3,2 g | 1190 mg |
| 100 g anglické slaniny | 4,4 g | 1770 mg |
| 100 g kaviáru | 5,4 g | 2120 mg |
| 100 g matjesů | 6,3 g | 2250 mg |
| 100 g syrové šunky | 6,3 g | 2530 mg |

(Roediger-Streubel, 1997)

8.5 Projevy nedostatku sodíku

Nedostatek sodíku v organismu se vyskytuje ojediněle. Hyponatrémie je stav, kdy je snížena koncentrace sodíku v extracelulární tekutině v porovnání s vodou.

Hyponatrémie není tak častý jev jako hypernatrémie. Projevy hyponatrémie se podobají projevům dehydratace. V ojedinělých závažných případech může docházet až k otoku mozku, což je doprovázeno kómatem, křečemi a bolestmi hlavy (Sahay et Sahay, 2014).

Studie dokazují, že dlouhodobá dieta s nízkým obsahem sodíku má vliv na zvýšené riziko inzulínové rezistence. Inzulínová rezistence vzniká tehdy, pokud buňky nejsou schopny odpovídat na hormon inzulín. Tento stav vede ke zvýšení hladiny inzulínu v krvi a zároveň i ke zvýšení hladiny glukózy v krvi. To může vyústit až v diabetes druhého typu nebo v jiné závažné onemocnění.

Mnoho observačních studií dokázalo, že i dieta s nízkým obsahem sodíku může zvyšovat riziko úmrtí na infarkt myokardu a na mozkovou mrtvici. Rápidní omezení příjmu soli může vést ke zvýšení hladiny triglyceridů v krvi a ke zvýšení hladiny LDL cholesterolu (Garg et al., 2011).

Nedostatek sodíku v organismu může být způsobený nadměrným pocením, extrémním sportováním, průjmem, zvracením, zvýšeným výdejem tekutin, při fyzické zátěži za extrémně teplých podmínek (Wenke et al., 1984).

8.6 Projevy nadbytku sodíku

Zvýšené množství sodíku v extracelulární tekutině se nazývá hypernatrémie. K tomuto stavu dochází při nadměrném příjmu sodíku z potravy. V důsledku toho dochází ke zvýšení krevního tlaku. Zvyšuje se osmolalita extracelulární tekutiny a tím se zvyšuje i její objem. Pokud je zvýšený příjem sodíku dlouhodobý, dochází ke špatnému nastavení adaptačních mechanismů. Tělo tento stav označí za normální a upravuje hodnoty osmolality a objemu plazmy ve zvýšených hodnotách. Tímto dochází k přetěžování srdečního svalu a k jeho následnému poškození (Racek, 2006).

Vysoká hladina sodíku v organismu je často spojována s vysokým krevním tlakem neboli hypertenzí. Hypertenze je krevní onemocnění, při kterém je v krevním řečišti chronicky zvyšován tlak krve. Dlouhodobý vysoký krevní tlak má vliv na srdeční choroby, vede ke vzniku infarktu myokardu a rozvoji mrtvice.

Hodnoty optimálního tlaku krve se uvádí 120 mm rtuťového sloupce pro systolický tlak a 80 mm rtuťového sloupce pro diastolický tlak. Pro hypertenzi se udávají hodnoty systolického tlaku vyšší než 160 mm rtuťového sloupce a hodnoty diastolického tlaku více než 95 mm rtuťového sloupce (Widimský, 1998).

Při lehčí formě hypertenze se doporučuje léčba upravením životosprávy. Důležité je omezit příjem sodíku, zvýšit příjem draslíku, omezit alkohol a dbát na redukci hmotnosti u obézních pacientů. Pokud se do 6 měsíců krevní tlak nesníží, doporučuje se léčba pomocí medikamentů (Wenke et al., 1984).

Výrazné omezení příjmu sodíku se doporučuje při těžším stupni hypertenze. V tomto případě je vhodné snížit příjem na 1 gram denně. Zakázaná je konzumace solených potravin. Nepřípustné je i solení a přisolování pokrmů. Doporučuje se výrazně omezit konzumaci mléka, masa a potravin bohatých na sodík, jako je zelí, celer, karotka, špenát nebo celer (Keller et al., 1993).

9 Závěr

Makroelementy zastupují v lidském organismu velmi důležitou roli. Obecně jsou důležité pro růst tkáně a její obnovu, tvorbu kostí, zubů, látkovou výměnu, udržení pH v krevní plasmě, osmotický tlak atd.

Lidský organismus je získává především z potravy a vylučuje je prostřednictvím moči, stolice a potu.

Potřeba makroelementů se liší u každého prvku a závisí především na věku, pohlaví, fyzických aktivitách a stravě. V průměru by měl jejich denní příjem činit množství větší než 50 mg/den.

Mezi makroelementy, které jsou elektro pozitivní, patří vápník (Ca), hořčík (Mg), draslík (K) a sodík (Na).

Tyto prvky se vyskytují v běžné denní stravě, a proto při správném stravování by nemělo docházet k větším nedostatkům v lidském organismu. Pokud ovšem dojde k dlouhodobějšímu špatnému stravování a projeví se nedostatek některého prvku, může docházet k závažným potížím a nemocem. To samé nastává v případě, že se daný prvek nachází v lidském organismu v nadbytku. Dochází k zatížení organismu a k následným zdravotním problémům. Pokud tělo není schopno zásobit organismus dané prvky z potravních zdrojů, nedostatek těchto prvků je možné vyrovnat pomocí doplňků stravy.

10 Zdroje

- Akhtar, A., Shahid, A., Jamal, A., Naveed, M., Aziz, Z., Barkat, N., Wazir, A., Ali, F. 2016. KAP about Osteoporosis in Women (15-49 Years): KNOWLEDGE ABOUT OSTEOPOROSIS IN WOMEN OF CHILD BEARING AGE (15-49 YEARS) ATTENDING FAUJI FOUNDATION HOSPITAL RAWALPINDI. Pak Armed Forces Med. (664. 558-563).
- Allen, L., Caballero, B., Prentice, A. 2005. Encyklopedia of human nutrition. 2nd Edition. Elsevier. 538 s. ISBN: 0-12-150110-8.
- Alpers, D. 2008. Manual of nutritional therapeutics. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. 656 s. ISBN: 0781768411.
- Bowman, B., Russel, R.. 2001. Present knowledge in nutrition. 8th ed. ILSI Press. Washington. 750 s. ISBN: 1578811074.
- Broadley, M., White, P. 2010. Eats roots and leaves. Can edible horticultural crops address dietary calcium, magnesium and potassium deficiencies?. Proceedings of the Nutrition Society [online]. 69 (4). 601-612. [cit. 2016-11-08]. Dostupné z: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20509990>>
- Broulík, P. 2003. Poruchy kalciofosfátového metabolismu. 1. vyd. Grada. Praha. Malá monografie (Grada). 192 s. ISBN: 8024702452.
- Bubnová, E., Stříbrná, J., Buděšínská, A. 2002. Praktická cvičení z lékařské chemie a biochemie. 1. vyd. Karolinum. Praha. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. 236 s. ISBN: 802460535X.
- Cooper, C. 1999. Epidemiology of osteoporosis. Osteoporosis International. 9 (2). 2-8.
- Čermák, B. 2002. Výživa člověka. 1. vyd. Jihočeská univerzita. České Budějovice. 224 s. ISBN: 8070405767.
- Dlouhá, R. 1998. Výživa: přehled základní problematiky. 1. vyd. Karolinum. Praha. 232 s. ISBN: 8071847577.
- Dostál, J. 2003. Biochemie pro bakaláře. 1. vyd. Masarykova univerzita. Brno. 286 s. ISBN: 8021032324.
- Evans, C., Chughtai, A., Bluhmsohn, A., Giles, M., Eastell, R. 1997. The effect of dietary sodium on calcium metabolism in premenopausal and postmenopausal women. Eur. J. Clin. Nutr. 51. 394-399.
- Fomon, S. 1993. Nutrition of normal infants. Mosby. St. Louis. 488 s. ISBN: 1556642482.
- Forbes, G. 1987. Human Body Composition: Growth, Aging, Nutrition, and Activity. 1.

Springer-Verlag New York. 350 s. ISBN: 978-1-4612-9100-8.

Ganong, W. 2005. Přehled lékařské fyziologie: dvacáté vydání. Galén. Praha. 681 s. ISBN: 8072623117.

Garg, R., Williams, G., Hurwitz, S., Hopkins, P., Adler, G. 2011. Low-salt diet increases insulin resistance in healthy subjects.

Hejda, S. 1985. Kapitoly o výživě. 1. vyd. Avicenum. Praha. Život a zdraví (Avicenum). 234 s.

Hierholzer, K., Fromm, M.. 1997. Wasser- und Elektrolythaushalt. Springer Berlin Heidelberg. 197 s. ISBN: 978-3-662-00486-9.

Hronek, M. 2004. Výživa ženy v obdobích těhotenství a kojení. Maxdorf. Praha. 316 s. ISBN: 8073450135.

Institute of Medicine, . 1997. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. Food and Nutrition Board/Institute of Medicine. National Academy Press. Washigton D. C.

Johnson, L. 2014. Gastrointestinal Physiology. 8th ed. Elsevier Mosby. Philadelphia. Mosby physiology monograph series.176 s. ISBN: 9780323100854.

Jordán, V., Hemzalová, M.. 2001. Antioxidanty: zázračné zbraně : vitaminy, minerály, stopové prvky, aminokyseliny a jejich využití pro zdravý život. Vyd. 1. Jota. Brno. Jak na to (Jota). 153 s. ISBN: 8072171569.

Keller, U., Meier, R., Bertoli, S. 1993. Klinická výživa. Scientia Medica. Praha. 236 s. ISBN: 8085526085.

Kleinwächterová, H., Zmátlová, H. 1988. Výživová potřeba člověka: učební text. Institut pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků. Brno.

Kohout, P., Pavlíčková, J.. 1995. Osteoporóza: dieta bohatá vápníkem. Pavla Momčilová - Medica Publishing. Čestlice. Dieta (Pavla Momčilová - Medica Publishing). 75 s. ISBN: 8090113788.

Konopka, P. 2004. Sportovní výživa. Kopp. České Budějovice. Průvodce sportem. 176 s. ISBN: 8072322281.

Kraft, M. 2015. Phosphorus and Calcium: A Review for the Adult Nutrition Support Clinician. Nutrition in Clinical Practice [online]. 30 (1). 21-33. [cit. 2016-10-18]. DOI: 10.1177/0884533614565251. ISSN: 08845336. Dostupné z: <<http://ncp.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0884533614565251>>

Kumar, S., Berl, T.. 1998. Sodium. Lancet. (352). 220-228.

Kvasničková, A. 1998. Minerální látky a stopové prvky: Essenciální minerální prvky ve výživě. Vyd. 1. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 127 s. ISBN: 8085120941.

- Law, M., Frost, C., Wald, N.. 1991. By how much does dietary salt reduction lower blood pressure? I: Analysis of observational data among populations. II: Analysis of observational data within populations. III: Analysis of data from trials of salt reduction. *BMJ*. (302). 811-824.
- Maalouf, J., Cogswell, M., Yuan, K., Martin, C., Gunn, J., Pehrsson, P., Merritt, R., Bowman, B.. 2010. Top sources of dietary sodium from birth to age 24 mo. *American Journal of Clinical Nutrition*. 101 (5). 1021-1028.
- Masaryk, P. 2005. Epidemiológia osteoporózy: Epidemiology of osteoporosis. *Via practica : moderný časopis pre lekárov prvého kontaktu*. Bratislava : MEDUCA. 2 (11). 439-441. ISSN: 13364790.
- Odstrčil, J., Odstrčilová, M.. 2006. *Chemie potravin. 1*. Mikadapress. Brno. 164 s. ISBN: 80-7013-435-6.
- Provazník, K. 1995. *Manuál prevence v lékařské praxi 2: výživa*. Státní zdravotní ústav. Praha. 103 s. ISBN: 8071682276.
- Racek, J. 2006. *Klinická biochemie. 2., přeprac. vyd.* Galén. Praha. 329 s. ISBN: 8072623249.
- Rameš, I. 1983. *Fyziologie výživy*. Avicenum. Praha. Učebnice pro zdravot. školy.
- Roediger-Streubel, S. 1997. *Minerální látky a stopové prvky. Vyd. 1. I. Železný*. Praha. Knížky dostupné každému. 158 s. ISBN: 8023734903.
- Sahay, M., Sahay, R.. 2014. *Hyponatremia: A practical approach*. Department of Nephrology. Osmania Medical College and General Hospital. India.
- Schneiderka, P. 2000. *Kapitoly z klinické biochemie*. Karolinum. V Praze. 284 s. ISBN: 8024601400.
- Souci, S., Fachmann, W., Kraut, H.. 2008. *Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert - tabellen*. Medpharm Scientific Publishers. Stuttgart. (7).
- Tolonen, M. 1990. *Vitamins and minerals in health and nutrition*. English ed. [Distributor], North America, Van Nostrand Reinhold/AVI New York. E. Horwood ; New York, N.Y., USA. 256 s. ISBN: 0747600686.
- Toužín, J. 2001. *Stručný přehled chemie prvků*. Masarykova univerzita. Brno. 225 s. ISBN: 8021026359.
- Trojan, S. 2003. *Lékařská fyziologie. Vyd. 4., přeprac. a dopl.* Grada. Praha. 269 s. ISBN: 8024705125.
- Vavrusova, M., Skibsted, L.. 2014. Calcium nutrition. Bioavailability and fortification. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 59 (2). 1198-1204. [cit. 2016-10-18]. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.04.034. ISSN: 00236438.

Velíšek, J., Hajšlová, J.. 2009. Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd. OSSIS. Tábor. 580 s. ISBN: 9788086659176.

Wenke, M., Hynie, S., Mráz, M.. 1984. Farmakologie pro lékaře. Avicenum. Praha. 150 s.

Widimský, J. 1998. Hypertenze: diagnóza a léčba. Vyd. 1. H & H. Jinočany. Knižnice praktického lékaře (H & H). 194 s. ISBN: 8086022323.

Wilhelm, Z. 2006. Co je dobré vědět o draslíku [online]. Olomouc: SOLEN,s.r.o. Olomouc. 52006 (5). [cit. 2017-02-11]. 296 s. ISSN: 1801-2434.

Wilhelm, Z. 2005. Úloha hořčíku ve fyziologických funkcích a v nemoci. 144 s.

World Health Organization, . 2001. WHO Enviromental Health Criteria. Magnesium. Geneva : World Health Organization. . 217-226.