

MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lékařská fakulta

Výživa člověka



Hořčík a jeho význam ve výživě

Bakalářská práce

Vypracovala:
Silvie Čížková

Vedoucí práce:
MVDr. Halina Matějová

Brno 2009

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením MVDr. Haliny Matějové. Použila jsem pouze odbornou literaturu a prameny uvedené v přehledu literatury v závěru bakalářské práce.

Brno, 11.5.2009

.....

Silvie Čížková

Poděkování:

Děkuji MVDr. Halině Matějové za odborné vedení, za pomoc při získávání literárních zdrojů a za cenné rady poskytnuté při zpracování této práce.

Anotace:

Bakalářská práce pojednává o významném kationtu lidského organismu – hořčíku. Shrnuje současné poznatky o jeho fyziologických a biochemických funkcích, detailně popisuje metabolismus hořčíku v lidském těle a jeho význam v lidské výživě. Dále se věnuje nedostatku hořčíku a negativnímu vlivu nedostatku na zdraví jedinců. V práci jsou uvedeny navržené doporučené dávky hořčíku pro různé skupiny osob. Hořčík je v současnosti velice zkoumaný prvek hlavně z hlediska možného preventivního účinku na různé chronické choroby.

The bachelor thesis is about the important cation of human organism – magnesium. It resumes current knowledge of physiological and biochemical functions, describes in detail a metabolism of magnesium in human body and its importance in human nutrition. Furthermore the work gives an attention to a magnesium deficiency and its negative influence on human health. In aged groups are recommended dietary allowances for magnesium. Magnesium is presently under examination in light of its possible preventive effect on various chronic diseases.

Klíčová slova:

ČESKY:

Hořčík, vlastnosti hořčíku, metabolismus hořčíku, nedostatek hořčíku, doporučené denní dávky.

ANGLICKY:

Magnesium, metabolism, deficiency, recommended daily intake.

Použité symboly a zkratky:

AI	Adekvátní příjem (Adequate intake)
ATP	Adenosintrifosfát
BMI	Body mass index
CNS	Centrální nervová soustava
DDD	Denní doporučené dávky
DM	Diabetes mellitus
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
ISIS-4	4 th International Study on Infarct Survival
MAGIC	The present clinical study Magnesium in Coronaries
LIMIT-2	2 nd Leicester Intravenous Magnesium Intervention Trial
KVO	Kardiovaskulární onemocnění
RDA	Doporučené denní dávky (Recommended dietary allowance)
RNA	Ribonukleová kyselina
SIDS	Syndrom náhlého úmrtí (Sudden infant death syndrome)
SPV	Společnost pro výživu
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
SZÚ	Státní zdravotní ústav
UL	Horní tolerovatelní limit (Tolerable upper intake level)
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

Obsah:

1	ÚVOD.....	9
2	OBEČNÁ CHARAKTERISTIKA.....	10
2.1	Fyzikální a chemické vlastnosti.....	10
2.2	Výskyt hořčíku.....	11
2.3	Koloběh hořčíku v přírodě i v lidském těle.....	11
2.4	Průmyslové využití.....	12
3	HISTORIE HOŘČÍKU.....	13
4	HOŘČÍK V LIDSKÉM ORGANISMU.....	14
4.1	Zastoupení v lidském organismu.....	14
4.2	Biochemické funkce.....	15
4.2.1	Metabolismus sacharidů.....	17
4.2.2	Metabolismus proteinů.....	17
4.2.3	Metabolismus lipidů.....	18
4.3	Význam hořčíku v organismu.....	18
4.3.1	Vliv hořčíku na činnost svalstva.....	18
4.3.2	Vliv hořčíku na skelet.....	19
4.3.3	Pozitivní vliv hořčíku na imunitní systém.....	19
5	METABOLISMUS.....	20
5.1	Příjem hořčíku.....	20
5.2	Absorpce.....	21
5.2.1	Faktory ovlivňující absorpci.....	21
5.2.2	Ovlivnění absorpce vlákninou.....	22
5.3	Regulace homeostázy.....	23
5.4	Exkrece.....	24
5.5	Interakce hořčíku	25
5.5.1	Antagonismus hořčíku a vápníku.....	25
6	ZDROJE HOŘČÍKU.....	26

6.1	Přírodní zdroje.....	26
6.1.1	Půda a voda.....	26
6.1.2	Potraviny.....	28
6.2	Umělé zdroje.....	29
7	DOPORUČENÉ DÁVKY HOŘČÍKU.....	29
8	NEDOSTATEK HOŘČÍKU.....	31
8.1	Příčiny vzniku deficitu.....	32
8.1.1	Snížený příjem hořčíku.....	32
8.1.2	Zvýšená potřeba hořčíku.....	32
8.1.3	Zvýšené vylučování hořčíku ledvinami.....	33
8.1.4	Další příčiny zvýšených ztrát.....	34
8.2	Klinické příznaky a klinické formy deficitu.....	34
8.3	Stanovení koncentrace hořčíku v těle.....	36
8.3.1	Celkové množství hořčíku v séru.....	36
8.3.2	Ionizovaný hořčík v séru.....	37
8.3.3	Intracelulární hořčík.....	37
8.3.4	Hořčík v moči.....	38
8.3.5	Klasický toleranční test.....	38
8.3.6	Toleranční test využívající stabilní Mg izotopy.....	38
8.4	Léčba.....	39
8.4.1	Parenterální léčba.....	39
8.4.2	Perorální léčba.....	40
8.5	Nedostatečný příjem ve spojení s chronickými nemocemi.....	41
8.5.1	Kardiovaskulární onemocnění.....	41
8.5.2	Osteoporóza.....	42
8.5.3	Diabetes.....	43
8.5.4	Ostatní onemocnění.....	44
9	HOŘČÍK V TĚHOTENSTVÍ.....	45
9.1	Nedostatek v těhotenství.....	45
9.1.1	Předčasný porod.....	45
9.1.2	Syndrom náhlého úmrtí.....	46

9.2	Preeklampsie a eklampsie.....	47
10	HOŘČÍK A ABUZUS.....	47
10.1	Hořčík a alkohol.....	47
10.2	Hořčík a nikotin.....	48
11	NADBYTEK HOŘČÍKU.....	49
12	PRAKTICKÁ ČÁST.....	51
12.1	Úvod.....	51
12.2	Cíl práce.....	51
12.3	Metodika.....	52
12.4	Výsledky.....	53
12.5	Diskuze.....	60
13	ZÁVĚR.....	64
	Použitá literatura.....	65
	Přílohy.....	70

1 ÚVOD

Hořčík je důležitý esenciální prvek v lidské výživě, lidský organismus si ho nedokáže vytvořit sám, a tak je nezbytné, aby byl v dostatečné míře přijímán potravou. Řadí se mezi nejpočetnější intracelulární kationty, po draslíku zaujímá druhé místo. Poměrně hojně se vyskytuje v kostech, v erythrocytech, ve svalech, v játrech a v nervstvu. Jeho celkové zastoupení v organismu je odhadováno na 0,043 %, což představuje asi 22-30 g.

Hořčík je kofaktorem pro více než 300 enzymů v mnoha chemických reakcích. Všechny děje, které jsou bezprostředně vázané na ATP, jsou i bezprostředně vázané na hořčík. Tento prvek je důležitý faktor pro mnoho buněčných funkcí, mezi které patří oxidativní fosforylace, glykolýza, transkripce DNA a syntéza proteinů. Také má významné funkce ve vztahu k integritě buňky a k procesům programovaného zániku buňky.

Hořčík zvyšuje odolnost organismu, protože pozitivně ovlivňuje imunitní systém. Při jeho nedostatku se snižuje koncentrace protilátek. Nedostatek tohoto významného iontu má na lidské zdraví i spoustu dalších negativních dopadů. Potíže při nedostatku jsou velmi rozmanité a postihují mnoho orgánů, dá se to vysvětlit tím, že tento kationt se vyskytuje téměř ve všech buňkách tělesných tkání.

Poslední dobou je snaha vědců dívat se na hořčík a jeho snížený přívod pod hranicí doporučených denních dávek jako na jeden z mozaiky významných faktorů přispívajících k prevenci chronických chorob, mezi které patří například kardiovaskulární choroby, osteoporóza a diabetes. Výsledky zatím nejsou jednoznačné. Podle nejnovějších výzkumů hořčík snižuje intenzitu některých drogově vyvolaných závislostí, a proto by mohl být pomocným doplňkem při odvykání kouření.

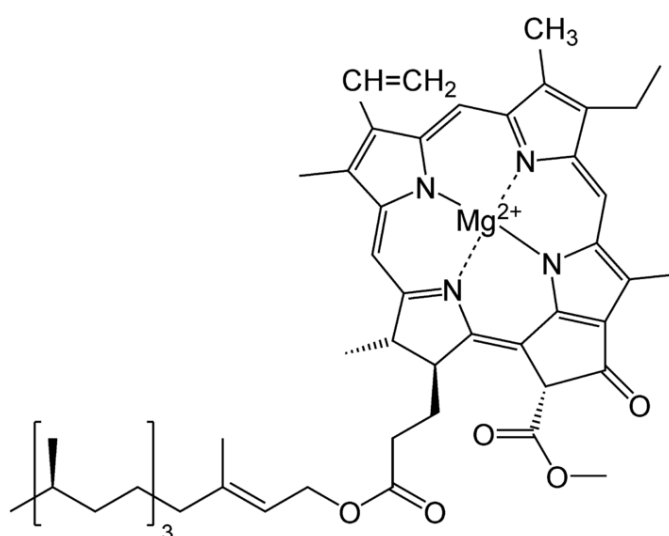
2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA

2.1 Fyzikální a chemické vlastnosti

Hořčík (latinský název Magnesium, chemická značka Mg) je stříbrolesklý, měkký, tažný a kujný kov s nízkou měrnou hmotností. Jeho atomové číslo má hodnotu 12 a relativní atomová hmotnost je 24,31. Jeho elektronová konfigurace se zapisuje $[\text{Ne}]3s^2$. V periodické tabulce prvků se nachází ve 3. periodě II. A skupiny a patří mezi kovy alkalických zemin. Běžně se vyskytuje ve třech stabilních izotopech: ^{24}Mg , ^{25}Mg , ^{26}Mg (9, 18, 34, 44, 47).

Hořčík je lehce ionizovatelný a má vysokou hydratační energii. To znamená, že je vybaven relativně vysokým nábojem oproti malému průměru iontu. Kvůli své vysoké reaktivnosti se v přírodě nevyskytuje volný. Snadno vytváří komplexní sloučeniny, také tvoří silikáty, karbonáty, chloridy, sulfáty a chaláty. Preferuje oxidační stav +II, častěji uplatňuje koordinační číslo šest než čtyři (47, 58).

Mezi biologicky velmi důležitou funkcí patří právě schopnost vázat se nejenom s makromolekulami, ale i s malými molekulami za vzniku komplexních sloučenin. Hořčík patří mezi významné biogenní prvky. V zelených rostlinách tvoří součást rostlinného barviva – chlorofylu (*obr. 1*). V organismech živočichů má také velmi důležité funkce (18, 58).



Obr. 1: Strukturální vzorec chlorofylu A (55).

2.2 Výskyt hořčíku

Hořčík se hojně vyskytuje v přírodě. Nachází se jak ve vesmíru, tak v zemské kůře nebo mořské vodě. Podle posledních dostupných údajů tvoří 1,9-2,5 % zemské kůry a to ho řadí na šesté místo podle zastoupení jednotlivých prvků v zemské kůře. Po srovnání procentuálního zastoupení prvků v mořské vodě zaujímá třetí místo s obsahem 0,13. Jeho světové zásoby jsou prakticky neomezené. Kdybychom vyráběli ročně 100 miliónů tun hořčíku z chloridu hořečnatého získaného z mořské vody, tak by obsah Mg v mořích klesl pouze o 0,01 % za milion let (18, 57, 58).

Zastoupení hořčíku v půdě není rovnoměrné. Již staří Řekové používali léčivé účinky soli magnesia alba – minerál steatit (mastek), která se nacházela v řecké oblasti Magnesia. Právě tato oblast dala prvku jeho latinské jméno, navrhl to v roce 1808 Davy, když izoloval hořčík elektrolytickou metodou. I ve vodách jeho obsah značně kolísá, v oblastech s tzv. tvrdou vodou je obsah hořčíku významně vyšší, naopak tzv. měkká voda obsahuje nízké procento hořčíku. Tyto rozdíly jsou často předmětem výzkumů, ve kterých se hodnotí závislost obsahu hořčíku v půdě nebo vodě na četnosti výskytu různých onemocnění (13, 58).

V přírodě se nevyskytuje volný, ale pouze ve formě různých sloučenin. Většinou jsou to silikáty (olivín, granáty, diopsid, chryzotil, mastek, flogopit) a spinely. Ve větších množstvích se také vyskytuje dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), magnezit (MgCO_3), brucit $\text{Mg}(\text{OH})_2$, kainit ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), karnalit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), periklas (MgO) a epsomit ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (18, 19, 47).

2.3 Koloběh hořčíku v přírodě i v lidském těle

Pro chlorofyl – barvivo zelených rostlin – má hořčík stejný význam jako železo pro krevní barvivo živočichů – hemoglobin. Pro rostliny je tedy hořčík základní prvek, který umožňuje fotosyntézu. Jeho dostatek v půdě zaručuje kvalitní rostlinnou stravu pro zvířata a nakonec i pro člověka. Nedostatek v půdě tedy může vést k deficitní výživě skotu, to se odrazí i v nedostatku hořčíku v hovězím mase. U krav vznikne smrtelná pastevní tetanie. Hnojem se hořčík vracel zpět do půdy. Při používání umělých hnojiv byl tento přirozený koloběh narušen. A proto se objevuje nedostatek ve finálním vyživovacím řetězci u člověka (38).

22.4 Průmyslové využití

S hořčíkem se běžně setkáme ve slitině s hliníkem, mědí a manganem, tato slitina se nazývá dural. Vyznačuje se značnou mechanickou pevností, lehkostí a je odolná proti korozi. Proto je dural ideální slitina pro použití v leteckém a automobilovém průmyslu, ale také při výrobě jízdnicích kol nebo výtahů (9, 34, 47).

Elementární hořčík patří mezi silné redukční činidlo, jemně rozptýlený kov se využívá k redukcím v organické syntéze ale i redukční výrobě jiných kovů (např. uranu) z roztoků jejich solí. V organické syntéze se využívají zejména velmi známé Grignardova činidla. Velká reaktivita kovového hořčíku se uplatňuje také v metalurgii (18, 19, 47).

Reakce hořčíku s kyslíkem probíhá za vzniku značného množství tepla a velmi intenzivního světelného záření, proto se hořčík používá ve formě tenké folie jako startér hoření v různých pyrotechnických aplikacích. Nejznámější příklad pyrotechnické aplikace je tzv. bengálský oheň, kde se hořčík používá k zesílení intenzity a zvětšení plamene a ve formě pilin k vytvoření jiskřivého efektu. Dříve se používal jako zdroj intenzivního bílého světla při fotografování (9, 47).

Ze sloučenin má patrně nejvyšší praktické uplatnění oxid hořečnatý MgO. Pro svou vysokou odolnost vůči vysokým teplotám se používá jako materiál pro vnitřní vyložení vysokých pecí pro výrobu železa (18, 34).

Hydroxid hořečnatý $Mg(OH)_2$ se využívá proti překyselení žaludku a v kožním lékařství ve formě pasty nebo gelu (Polysan) s protizánětlivým účinkem. Uhličitan hořečnatý $MgCO_3$ se přidává do průmyslových hnojiv jako složka dodávající rostlinám potřebný hořčík pro růst a zdárný vývoj. Spíše kuriozitou je sportovní uplatnění – gymnasté, vzpěrači, atleti a horolezci si jemným práškem uhličitanu hořečnatého pokrývají ruce proti pocení a pro lepší uchopení některého náradí (9, 38, 44).

Síran hořečnatý ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) je znám pod jménem epsomská sůl a používá se v lékařství jako laxativum - projímadlo, zdroj hořčíku nebo přísada do léčebných koupelí. Je často obsažen ve vřidelní soli (např. u anglického města Epsomu) a v některých minerálních vodách (např. Zaječická nebo Šaratica) (38, 44).

V laboratoři se při zahřívání nad kahanem používá azbestová síťka - azbest je hořečnatý křemičitan o složení $Mg_3Si_2H_4O_9$ nebo $Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$. K výrobě různých užitkových předmětů např. nástavců plynových hořáků, krejčovské křídly. Při výrobě masť a líčidel se používá mastek (9, 34, 47).

3 HISTORIE

První, kdo se začal zabývat poznáváním nějaké hořečnaté sloučeniny, byl v roce 1695 Grew. Izoloval hořečnatou sůl tzv. epsomskou sůl z hořce chutnající přírodní vody a umožnil tak vstup hořčíku do medicínského zkoumání. V roce 1808 Davy jako první izoloval čistý hořčík. Victor Grignard roku 1912 objasnil důležitou roli hořčíku v organické chemii a za tyto objevy dostal dvě Nobelovy ceny. Nobelovou cenou byl oceněn také vědec Willstatter, který v roce 1915 prokázal, že struktura chlorofylu je tvořena porfyrinovým systémem s centrálním atomem hořečnatého kationtu (13).

První nález hořčíku v lidském těle byl potvrzen kolem roku 1850. V plazmě byl analyzován v roce 1920 Denisem. V roce 1926 Leroy prokázal, že hořčík je esenciální látka pro výživu myši. Od roku 1932 popsal McCollum a jeho spolupracovníci velké množství příznaků, které jsou spojené s nedostatkem hořčíků u potkanů a psů. Ukázali, že nedostatek hořčíku má negativní vliv na vývoj, reprodukci, neurosvalový aparát a iontovou rovnováhu ve zvířecím organismu, popsali též tetanii. Také objevili, že po dodání určité dávky hořčíku do jejich organismu příznaky vymizí, od toho byl později odvozen potřebný příjem hořčíku. Roku 1933 byla Hirschfelderem potvrzena nutnost příjmu hořčíku pro lidský organismus. V roce 1956 Shils popsal deficit hořčíku u člověka a roku 1969 Barners objasnil význam ledvin pro regulaci Mg^{2+} . S dalšími přibývajícími poznatky dostal hořčík právem místo mezi nejdůležitější ionty organismu (13, 57, 58).

Historie hořčíku se také úzce napojuje na historii českého lékařství. Prvním významným průkopníkem použití hořčíku v lékařství byl brněnský chemik profesor Bečka působící na veterinární vysoké škole. Prakticky spojoval výsledky zvířecích experimentů a aplikace hořčíku u lidského organismu. Tehdy vyrobil asi 13 hořčíkových preparátů používaných v lékařství, ze kterých dodneška zůstal jediný – Polysan. Tento přípravek se v podobě 13% masti hydroxidu hořečnatého používal lokálně v kožním lékařství a v podobě 1% roztoku byl podáván parenterálně (38, 57).

Ani v dnešní době není hořčík opomíjen. Důkazem toho je, že první mezinárodní konference týkající se deficitu hořčíku v lidské patofyziologii se konala už v roce 1971. Zdůrazňovala důležitost dalšího výzkumu tohoto esenciálního prvku v medicíně. Reakcí na to vznikla tzv. Society for the Development of Research on Magnesium (SDRM), která vydává odborné články a knihy týkající se hořčíku. Od roku 1987 vychází čtvrtletně časopis Magnesium Research (13).

4 HOŘČÍK V LIDSKÉM ORGANISMU

4.1 Zastoupení v lidském organismu

Hořčík patří mezi nejvýznamnější intracelulární kationty, po draslíku zaujímá druhé místo. Jeho celkové zastoupení u dospělého člověka se odhaduje na 0,043 %, což představuje 535-730 mmol. Toto množství odpovídá 22-30 g. Zastoupení hořčíku v jednotlivých orgánech je uvedeno v *tabulce č.1* (57).

V organismu je hořčík přibližně rovnoměrně rozložen, 50-60 % se nachází v kostech, v měkkých tkáních je 40-50 % z celkového množství. Asi jedna třetina z hořčíku uloženého v kostře je obsažena na povrchu kostí. Působí zde jako zásobárna, pokud by byl v krevním séru nebo měkkých tkáních jeho nedostatek, tak se odtud zmobilizuje a doplní potřebné množství do normální hladiny. Tento podíl mobilizovatelného hořčíku je ale závislý na věku, v časném dětství se udává podíl 50 %, v dospělosti klesá na 30 % a ve stáří je to pouze 10 %. Podíl je také ovlivňován různými léky. Zbývající dvě třetiny hořčíku jsou zabudovány v kostech ve formě hydroxyapatitu (1, 4, 5, 53, 57).

Hořčík je v těle úzce spojován s buňkami, pouze 1% se nachází extracelulárně. Koncentrace magnezia v krevním séru je průměrně 0,82-0,94 mmol/l – 55 % ve volně ionizované formě, v 15 % je spojen s anionty a 30 % je navázáno na proteiny (většinou na albumin). Uvnitř buněk se nachází ve všech částech, celková intracelulární koncentrace se pohybuje mezi 5-20 mmol/l. Většina je zde asociována s anionty, 80-90 % je napojeno na ATP, z tohoto důvodu je intracelulární hořčík spojován s buněčnou metabolickou aktivitou (například červené krvinky mají o 75 % méně hořčíku než jaterní buňky). Zbytek intracelulárního hořčíku (1-5 %) v koncentraci 0,3-0,6 mmol/l má důležitou funkci jako metabolický regulátor. Zastoupení magnezia v organismu je shrnuto v *tabulce č.2* (4, 5, 23, 58).

Volný intracelulární hořčík je udržován na relativně konstantní hladině, ačkoli hodnoty extracelulárního hořčíku se mohou lišit. Tento jev vede k omezené propustnosti plazmatické membrány pro hořčík a existují tu specifické transportní systémy, které regulují koncentrace hořčíku a jeho příjem nebo výdej buňkou. Tyto mechanismy nejsou ještě zcela objasněny a výdej magnezia většinou vyžaduje antipody $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$. Transport navíc také ovlivňuje mnoho hormonálních a farmakologických faktorů

a předpokládá se, že nové výzkumy v molekulární genetice povedou k identifikaci proteinů, jež zprostředkovávají hořčíkový transport (1).

Tab. 1: Zastoupení hořčíku v jednotlivých orgánech (58).

	novorozenec	dospělý
tuková tkáň	----	0,8 mmol/kg
kosterní sval	7,4 mmol/kg	8,35 mmol/kg
srdce	5,45 mmol/kg	6,60 mmol/kg
levá komora	----	8,50 mmol/kg
pravá komora	----	8,25 mmol/kg
játra	5,2 mmol/kg	7,6 mmol/kg
ledviny	4,35 mmol/kg	4,30 mmol/kg
slezina	----	6,5 mmol/kg
plíce	----	2,4 mmol/kg
mozek	3,95 mmol/kg	5,70 mmol/kg

Tab. 2: Zastoupení hořčíku v organismu (58).

sérum	0,82 - 0,94 mmol/l
ionizovaný Mg	0,51 - 0,61 mmol/l
likvor	1,12 mmol/l
mateřské mléko	0,9 - 1,8 mmol/l
kolostrum	1,7 mmol/l
6.-10. den	1,4 mmol/l
15.den - 15. měsíc	1,4 mmol/l
sliny, žaludeční šťáva, žluč	0,3 - 0,7 mmol/l
pot	0,3 mmol/l
erytrocyty	1,65 - 2,73 mmol/l
trombocyty	1,97 - 2,55 mmol/l
kost	0,5% sušiny

4.2 Biochemické funkce

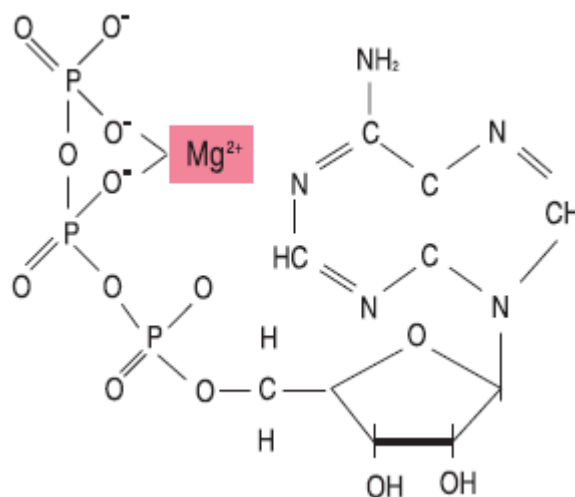
Hořčík se nachází v živých organismech v podobě hořečnatého iontu Mg^{2+} . Tento chemický charakter udává hořčíku schopnost vázat se k aniontům. Na jedné straně stabilizuje komplexní sloučeniny (například v enzymech) a na druhé straně neutralizuje náboj (například v substrátech) (5).

Hořčík funguje jako kofaktor pro více než 300 enzymů. Přehled enzymů vyžadující přítomnost hořečnatých iontů uvádí *tabulka č.3*. Mezi nejdůležitější funkce v organismech patří právě stabilizace struktury ATP v ATP-dependentních enzymových reakcích, na *obrázku č. 2* je zobrazena struktura Mg-ATP. Je to rozhodující role a udává

intracelulárnímu hořčíku esenciální charakter. Enzymy intermediálního metabolismu, mezi které patří například hexokináza, glukóza-6-fosfatáza nebo pyruvátkináza, jsou také vázány na přítomnost hořčíku. Z tohoto hlediska hořčík zasahuje prostřednictvím různých klíčových enzymů do celkového energetického metabolismu lidského organismu. Reguluje syntézu proteinů, sacharidů a tuků, podílí se na vzniku acetylkoenzymu A a kyseliny citronové, čímž napomáhá při metabolismu všech tří základních živin (5, 6, 20, 22, 50, 58).

Tab.3: *Enzymy vyžadující přítomnost hořečnatých iontů (57).*

kinázy	pyruvátoxidázy
fosfatázy	cholinoxidázy
transportázy	glutaminázy
pyrofosfatázy	karboxypeptidázy
5-nukleotidázy	leucinaminopeptidázy
enolázy	
fosfoglukomutázy	
fosforibomutázy	
všechny enzymy vázané na thiaminpyrofosfát	
metabolismus lipidů	



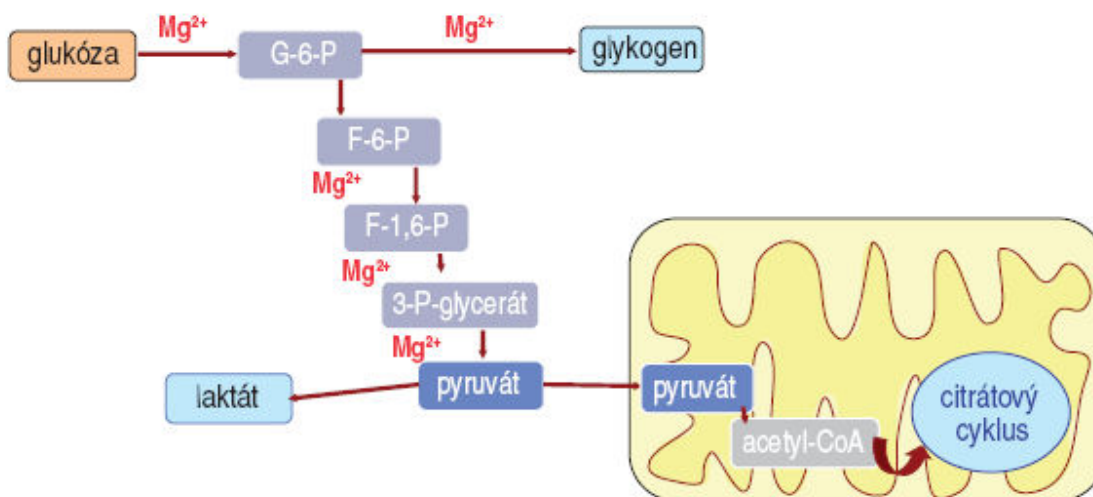
Obr. 2: *Struktura Mg²⁺-ATP (57).*

Hořčík hraje také významnou roli v neurosvalovém přenosu a podílí se na modulování signálu na postsynaptické membráně. Uvolňování neurotransmiteru acetylcholinu do neurosvalové štěrbině primárně ovlivňují extracelulární vápenaté ionty. Jejich vstup přes membránu nervového zakončení snižují ionty hořčíku aktivně, fungují

tedy jako přirozené blokátory kalciového kanálu. Dalším místem, které významně ovlivňují hořečnaté ionty je NMDA – receptorový kanál. Tento kanál se vyskytuje v různých buňkách – například v CNS (1, 57, 58).

4.2.1 Metabolismus sacharidů

V poslední době je hořčíku připisován příznivý účinek v metabolismu glukózy, protože se výrazně podílí na řadě mezistupňů glykolýzy a tím v konečném důsledku zvyšuje tvorbu ATP. Také podporuje ukládání glukózy v podobě polymerovaného glykogenu v jaterní tkáni. Znamená to, že přítomnost hořčíku zlepšuje utilizaci glukózy v buňce, avšak neovlivňuje množství uvolněného inzulínu. Buněčný metabolismus glukózy a hořčíku je znázorněn na obrázku č.3 (57).



Obr. 3: Buněčný metabolismus glukózy a hořčíku (57).

4.2.2 Metabolismus proteinů

V metabolismu proteinů se hořčík uplatňuje jednak na úrovni buněčného jádra. Jeho přítomnost je nezbytná při odbourávání i syntéze DNA i RNA, aktivuje reparační procesy DNA a kontroluje její replikaci. Ale také se podílí v cytoplazmě buňky na udržování buněčné integrity, pomáhá regulovat buněčnou proliferaci, diferenciaci a programovaný zánik buňky – apoptózu. Stimuluje tvorbu mikrotubulů cytoskeletu (20, 57).

4.2.3 Metabolismus lipidů

V metabolismu lipidů se hořčík uplatňuje na několika mezistupních. Podílí se na průběhu citrátového cyklu (reakce se týká i sacharidů a proteinů), kdy v reakcích, které předcházejí vzniku sukcinyl-CoA, je potřeba přítomnosti hořečnatých iontů společně s vitamínem B₁ – thiaminem. V příloze je na *obrázku č. 1a* zobrazen citrátový cyklus a na *obrázku č. 1b* reakce, při které je nutná přítomnost hořčíku. Právě tato reakce může být klíčová při získávání energie v myokardu za stavů ischemické choroby. V tomto případě nepřítomnost hořčíku a vitamínu B₁ ztěžují získávání energie buňkou. Samotné metabolické zpomalení citrátového cyklu podporuje uvolňování mastných kyselin i cholesterolu do krevního oběhu. Dalším mezistupněm v metabolismu tuků je jejich štěpení na dvouuhlíkaté sloučeniny tzv. aktivované mastné kyseliny, které následně vstupují do citrátového cyklu. Úlohu hořčíku v oxidaci mastných kyselin zobrazuje *obrázek č. 2* v příloze (57).

4.3 Význam hořčíku v organismu

4.3.1 Vliv hořčíku na činnost svalstva

Hořčík je významný pro polarizaci a dráždivost neuromuskulárních membrán při synaptickém přenosu na neurosvalových ploténkách kosterních i hladkých svalů, autonomních gangliích a při svalové kontrakci a relaxaci. Na relaxaci svalů se účastní myokináza, která musí být aktivovaná hořčíkem. Aktivováním cholinesterázy má hořčík inhibiční účinek na nervosvalový přenos. Ve svalu působí hořčík a vápník synergisticky pouze v poměru 1:3 až 1:10. Při relativním nadbytku jednoho z kationtů vzniká antagonistické působení.

Při akčním potenciálu se uvolní vápník ze sarkoplasmatického retikula a laterálních cisteren a vyvolá kontrakční reakci s následným zasouváním aktinu a myosinu do sebe, což způsobí zkrácení svalového vlákna. Intracelulární hořčík brání uvolnění vápníku a tím klesá síla svalové kontrakce. Extracelulární hořčík pomáhá ke stabilizaci membrány a brzdí tak vzniku elektrického procesu.

Intracelulárním vápníkem můžeme organismus předávkovat (vitamínem D nebo β -adrenergními sympatikomimetiky). Touto zvýšenou nabídkou vápníku se aktivuje Ca-ATP v myofibrilách, mitochondriích a sarkoplasmatickém retikulu. Tím může dojít

k těžkému poškození mitochondrie, které poté ztratí schopnost resyntetizovat ATP a dojde k energetickému vyčerpání buňky až k její nekróze. Antagonisté vápníku brání vzniku těchto nekróz (20, 39).

4.3.2. Vliv hořčíku na skelet

Poměr vápníku a hořčíku v normální kosti je 100:1. Asi 70 % hořčíku se nachází na povrchu kostního minerálu ve formě hořečnatých iontů, zbylých 30% jsou ve formě fosfátových solí. Kombinace deficitu hořčíku s nadměrným nebo nedostatečným příjmem vápníku, fosforu a vitamínu D je schopna vyvolat řadu kostních i kloubních abnormalit, které odpovídají různým osteoartikulárním onemocněním u lidí.

Hořčík pravděpodobně aktivuje osteoblasty a zvyšuje mineralizaci kostí, zvyšuje citlivost kostí na parathormon a 1,25-dihydroxycholecalciferol. Při deficitu hořčíku se množí osteoklasty, počet osteoblastů naopak klesá. Převažuje tedy resorpce kosti nad její novotvorbou. Klinická studie sledující vliv příjmu hořčíku v potravě na vliv skeletu ukázala, že přísun hořčíku je asociován s 12% variabilitou hodnot osteoresorpčního ukazatele – deoxypyridinolinu v moči a že příjem hořčíku pozitivně koreluje s hodnotou kostní hmoty. Důsledkem nedostatku hořčíku je zrychlení ztráty kostní hmoty, snížení objemu trabakul, porucha mikroarchitektury a zvýšení fragility kostí. Osteoprotektivní efekt hořčíku spočívá nejen v útlumu resorpce kosti, ale i ve zlepšení její kvality (20, 60).

4.3.3 Pozitivní vliv hořčíku na imunitní systém

Poslední dobou patří hořčík mezi velmi zkoumané bioaktivní prvky z hlediska jejich funkce v lidském organismu. Uvažuje se o silné závislosti mezi hořčíkem a imunitním systémem z hlediska nespecifické – vrozené imunitní odpovědi, ale také z hlediska specifické - získané imunity.

Několik studií potvrdilo úzký vztah mezi hořčíkem a zánětlivou odpovědí u hlodavců. Zvýšené hladiny prozánětlivých cytokinů byly zaznamenány u těchto laboratorních zvířat po třech týdnech, kdy v jejich potravě byl nedostatek hořčíku. Ačkoli se zdá, že vztah mezi hořčíkem a zánětlivou odpovědí je evidentní, základní mechanismy, které vedou k aktivaci zánětlivé odpovědi u tohoto případů, se bohužel nepodařilo objasnit.

Nedostatek hořčíku v organismu může být také doprovázen aktivací různých buněk souvisejících s nespecifickou imunitou. Jedná se o makrofágy, neutrofil

a endoteliální buňky. V jedné studii se makrofágy ve zvýšené míře objevily v peritoneální dutině u potkanů s nedostatkem hořčíku. Bylo zjištěno, že jejich aktivace byla endogenního původu.

Také se zdá, že nedostatek hořčíku má různé vlivy na orgány, které úzce souvisejí s imunitním systémem. V jedné studii se zkoumala úroveň apoptózy v brzlíku u skupiny laboratorních potkanů s nedostatkem hořčíku a u kontrolní skupiny. Výsledek byl zajímavý – úroveň apoptózy byla výrazně vyšší u skupiny s deficitem hořčíku než u kontrolní skupiny.

Většina studií zkoumající vliv hořčíku na imunitní systém pracovala na zvířecích modelech. U laboratorních zvířat byl tento vliv prokazatelně pozitivní. Otázkou je, do jaké míry lze převádět výsledky ze zvířecích experimentů na lidský organismus. Studie týkající se tohoto tématu, které by byly prováděny na lidských modelech, nejsou tak rozsáhlé jako u modelů zvířecích. Avšak i u lidí byly prokázány výsledky dokazující pozitivní vliv hořčíku na imunitní systém. Několik studií například dokázalo, že intravenózní aplikace hořčíku může zmírnit příznaky při akutním a chronickém astmatu. Terapeutický efekt hořčíku v tomto případě je zahrnut ve zmírnění kontrakce hladké svaloviny a v podpoře mediátorů uvolňovaných skrz jeho antagonistický účinek k vápníku. Na závěr je třeba dodat, že je v tomto hledisku nezbytný další výzkum (46).

5 METABOLISMUS

5.1 Příjem hořčíku

Příjem hořčíku u člověka z velké části pokrývá potrava. Hořčík je obsažen především v rostlinných, ale nachází se i v živočišných potravinách a jeho množství v konkrétních potravinách je většinou ovlivněno různými geochemickými a podnebními faktory. Mezi rostlinné potraviny bohaté na hořčík patří luštěniny, fazole, ořechy a většina zelené zeleniny. Je obsažen také v kořeni, kakau a některých koryšících, ve všech uvedených zdrojích je obsah hořčíku větší než 500 mg na kilogram čerstvé potraviny. Ačkoli většina celozrnných obilovin patří mezi dobré zdroje, oproti tomu bílá mouka, ovoce, houby a většina rafinovaných olejů a tuků obsahuje pouze malé

množství hořčíku (<100 mg/kg). V tabulce č.3 je uveden typický denní přívod hořčíku v mg (53).

Tab. 3: Typický denní přívod hořčíku (53).

Skupina	Stát	Příjem hořčíku (mg/den)
Kojenci (6kg)		
<i>kojené mateřským mlékem</i>	Finsko	24 (23 - 25)
	Indie	24 ± 0,9
	UK	21 (20 - 23)
	USA	23 (18 - 30)
<i>krmené náhražkami</i>	UK	30 - 52
	USA	30 - 52
Dospělí (65kg)		
<i>muži</i>	Francie	369 ± 106
	Indie	300 - 680
	UK	323
	USA	329
<i>ženy</i>	Francie	280 ± 84
	Indie	300 - 680
	UK	237
	USA	207

5.2 Absorbce hořčíku

Po příjmu potravy do trávicího traktu je hořčík vstřebáván po celé délce tenkého střeva, avšak nejvíce se na vstřebávání účastní distální části střeva – jejunum a ileum. V klinických studiích se prokázalo, že se hořčík objeví v krevní plazmě ještě dříve než za 1 hodinu po perorálním podání. A absorpce 80 % orální dávky je dokončena po 6 hodinách.

Hořčík dále prochází skrz střevní epitel pomocí tří mechanismů: pasivní difúze, rozpuštěný ve vodě a aktivním transportem. Aktivní transport probíhá pouze u extrémně nízkého příjmu a jeho regulace není ještě zcela objasněna. Z potravy se u zdravých dospělých jedinců vstřebá mezi 20 % až 80 % (1, 5, 6).

5.2.1 Faktory ovlivňující absorpci

Množství hořčíku vstřebaného ze stravy značně kolísá, proces vstřebávání je totiž ovlivňován mnoha faktory. Ukázalo se, že resorpce hořčíku ve střevě nemá vztah ke stavu zásob hořčíku v organismu. Resorpce ve střevě je totiž řízena množstvím

hořčíku v potravě. Vztah mezi dávkou a procentem resorpce ale není lineární, je-li strava chudá na hořčík, vstřebá se podstatně větší množství, než je-li strava na hořčík bohatá. Vztah mezi přijatou dávkou hořčíku v potravě a procentem vstřebaného hořčíku ukazuje *tabulka č.4* (20, 57).

Vstřebané množství je také ovlivněno formou, ve které je hořčík podáván. Dalším ovlivňujícím faktorem je typ podané hořečnaté soli. Hůře se vstřebávají sulfáty, fytáty, glukonáty. Naopak dobře a velmi dobře fumaráty, laktáty, orotáty, fosfáty, pidoláty, taurináty, chloridy, citráty, L-aspartáty a L-glutanáty (58).

Tab. 4: Množství vstřebaného hořčíku z potravy (57).

přijátá dávka Mg ²⁺	% resorpce ze střeva	resorbovaný Mg ²⁺ v mg
100 mg	80	80
300 mg	38	114
1000 mg	20	200

5.2.2 Ovlivnění absorpce vlákninou

Názory na ovlivnění absorpce hořčíku vlákninou jsou velice rozdílné. Dřívější studie tvrdily, že vláknina může mít na vstřebávání minerálních látek nepříznivý efekt. Zapřičiňují to především různé substance, například fytáty, které jsou s vlákninou sdružené a při výzkumech in vitro mají schopnost vyvazovat minerální látky a tím mění biologickou dostupnost minerálních látek. Ve spoustě studií se tento jev potvrdil. Avšak při interpretaci těchto výsledků musíme myslet na to, že potraviny, které jsou bohaté na vlákninu a fytáty, mohou obsahovat i vysoké koncentrace hořčíku. Jak bylo výše popsáno, mechanismy vstřebávání v organismu jsou řízeny množstvím přítomného hořčíku v potravě. Je-li strava chudá na hořčík, vstřebá se podstatně větší část, než obsahuje-li potrava hořčíku hodně.

Právě kvůli tomuto jevu mohly být dřívější studie zkreslené. Vyvodily se z toho závěry: při zkoumání efektu vlákniny na minerální absorpci velice záleží na povaze vlákniny (je-li rozpustná/nerozpustná, fermentovaná/nefermentovaná), na jejím množství, zvláště na přítomnosti různých přidružených substancí a na minerální homeostaze v organismu.

Další studie prováděné na potkaních dokonce prokázaly, že fermentované sacharidy mají trvalý příznivý efekt na absorpci hořčíku. Jsou to velice zajímavé

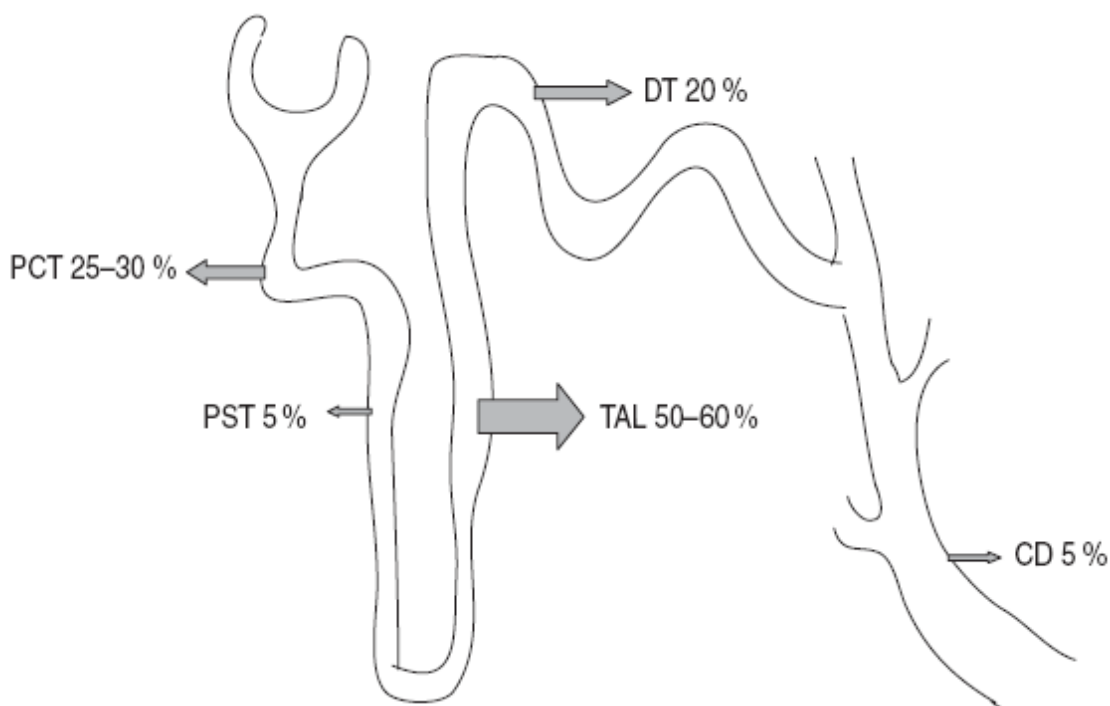
výsledky, avšak nedají se přímo extrapolovat na lidskou výživu. Do budoucna se tyto výsledky musí potvrdit ve studiích na zdravých lidech (5, 10, 53).

5.3 Regulace homeostázy

Hladina hořčíku v organismu je udržována na konstantní hladině. Významnou roli v homeostáze hrají ledviny, především jejich schopnost filtrace a zpětné reabsorpce. Ledviny obvykle přefiltrují 1000 mmol Mg^{2+} za 24 hodin, z toho se 25-30 % zpětně reabsorbuje v proximálních tubulech pomocí pasivního transportu. Kolem 50-60 % je reabsorbováno ve vzestupném raménku Henleovy kličky, kde je reabsorpce zprostředkována paracelulárním mechanismem, který je také pasivní. Protože je náboj v lumen pozitivnější než na serózní straně buněk, pohyb dovnitř buněk je zprostředkován po elektrochemickém gradientu. V distálním kanálku se zpětně vstřebá asi 20 % Mg^{2+} , zde nastává vstřebávání přes aktivní transcelulární mechanismus proti elektrochemickému gradientu. Tento proces je pod kontrolou speciálních bivalentních na kationty citlivých receptorů. Na *obrázku č. 4* je schéma nefronu, které shrnuje podíly jeho jednotlivých oddílů na zpětné resorpci hořčíku. Je-li koncentrace hořčíku v plazmě zvýšená, zpětná resorpce je inhibována a v důsledku toho se zvyšuje vylučování hořčíku močí (1, 5, 53).

Mezi další orgány, které mají význam v regulaci, patří střevo a kost. I tyto orgány velmi citlivě reagují na změny koncentrace hořčíku v celém organismu nebo v jednotlivých tkáních. Ukázalo se, že jsou to především hormony vápníkového metabolismu, které mimo jiné ovlivňují také metabolismus hořčíku ať už na úrovni resorpce ve střevě, v ledvinách či ukládání a mobilizaci hořčíku z kostí. Například vitamin D stimuluje resorpci hořčíku ve střevě. Přítomnost hormonů glukagonu a inzulinu také významně ovlivňuje koncentrace hořčíku v séru, protože inzulin zvyšuje vstup hořčíku do buňky společně s glukózou. Naopak při hypercalciurii a hypofosfatemii je zpětná reabsorpce hořčíku v tubulech omezována (1, 5, 58).

Regulace metabolismu hořčíku není oddělena od regulace ostatních iontů – vápníku, sodíku, draslíku, selenu i jódu a má těsný vztah k regulaci celkové acidobazické rovnováhy. Příkladem toho je, že u acidózy se zvyšuje únik hořčíku z intracelulárního prostředí do extracelulárního (58).



Obr. 4: Nefron a podíl jeho jednotlivých oddílů na zpětné resorpci Mg²⁺ v procentech (PCT – proximální kanálek, PST – sestupná část Henleovy kličky, TAL – vzestupná část Henleovy kličky, DT – distální kanálek, CD sběrný kanálek) (56).

5.4 Exkrece hořčíku

Exkrece hořčíku probíhá převážně stolicí, takto se vyloučí z těla asi 60-70 %. Ledviny denně obvykle přefiltrují 1000 mmol Mg²⁺, pouze 3 mmol se vyloučí z těla definitivní močí. Z celkového množství vyloučeného hořčíku se jedná o 30-40 %, v průměru se tedy vyloučí asi 100 mg hořčíku denně (1, 5).

Dalším vylučovacím orgánem je mléčná žláza, která při laktaci vylučuje relativně značné množství hořčíku do mateřského mléka. V kolostru a v mateřském mléce (5 dní po porodu) je hořčík přítomen v průměrné koncentraci 42 mg/l (31-82 mg/l), od 6. do 10. dne pak v koncentraci 35 mg/l (26-54 mg/l) a od 15. dne do 15. měsíce v koncentraci 35 mg/l (18-57 mg/l). Tímto výdejem do mateřského mléka může vznikat záporná hořčíková bilance. Negativní bilance je kompenzována vyplavováním Mg²⁺ z kostí a zubů matky (20, 57).

Vylučování tohoto iontu se děje také skrz pokožku. Potem se sice vylučuje pouze malé množství, avšak při zvýšené fyzické námaze toto množství může významně až několikanásobně stoupnout (20).

K dalším faktorům, které zvyšují vylučování hořčíku z těla, patří konzumace etanolu, kávy nebo podávání různých léků. Například diuretika (furosemid, kyselina etakridonová, acetazolamid, thiazidy, chlorthalidon), látky s osmotickými účinky (aminoglykosidy, amfotericin B, capreomycin, viomycin), gentamycin, D penicilamin, kortikosteroidy, kardiaka (digoxin), sulfonamidy a některá cytostatika (cis-platina) zvyšují vylučování Mg^{2+} z těla. K uvedeným faktorům může přispívat ještě současný nedostatek vitamínu B₆. Dále u antibiotik je nutné vyloučit interakce, které by snižovaly účinnost antibiotik (tetracyklinová antibiotika) (39, 58).

5.5 Interakce s jinými látkami

Zinek zvyšuje příjem hořčíku. Potvrdil to průzkum u některých osob s tetanií, u kterých bylo pozorováno zvýšení erytrocytárního zinku při poklesu erytrocytárního hořčíku. Proto se v terapii hypomagnezie jeví přidatné užívání zinku jako racionální.

Kadmium také zvyšuje příjem hořčíku a zároveň je snižována jeho toxicita. Hliník a olovo má s hořčíkem kompetitivní účinek. Zvýšený přívod hořčíku snižuje vstřebávání hliníku.

Vitamin D v malých dávkách podporuje vstřebávání hořčíku, ve vysokých dávkách brzdí jeho vstřebávání. Vitamin B₆ - pyridoxin podporuje přechod hořčíku do nitra buňky. Hořčík má negativní vliv na vstřebávání železa, proto by se tyto dva ionty neměly podávat současně (39).

5.5.1 Antagonismus hořčíku a vápníku

Hořčík patří mezi přirozené antagonisty vápníku. Oba tyto ionty – vápník i hořčík – působí stabilizačně na buněčnou membránu a jsou synergisté. Nedostatek obou v membráně zvyšuje její dráždivost a dává vznik jak hypokalcemické (dnes velmi vzácné), tak i hypomagnezemické tetanii, která je velmi častá. Obou iontů musí být dostatek. Chybí-li hořčík, membrána se stává propustnou, vápník proniká do buňky a například v trombocytech vyvolává jejich patologické shlukování, což vede k trombóze. Na nervosvalové ploténce vápník vyvolá uvolnění acetylcholinu, což vede

ke kontrakci svalů, hořčík brzdí jeho uvolňování, což vede k bloku přenosu, relaxaci. Tento děj byl dříve podstatou hořčíkové narkózy, která se však neujala, protože mohlo dojít k zástavě srdce i při malém předávkování.

Interakce mezi nimi jsou poněkud složitější, zjednodušeně můžeme říci, že vápník je iritační iont vedoucí ke kontrakci hladkého svalstva cév i kosterního svalstva. Při nadměrném vtoku vápníku do buňky, zvláště u hypotonických stavů, dochází k její nekróze. Hořčík tomuto patologickému vtoku brání. Hořčík je iont relaxační, proto jeho nedostatek a převaha vápníku vede k vazospazmům mozkových cév u cévních iktů nebo migrén, nebo k acinózním záchvatům u koronárních cév. Intracelulární působení vápníku vede k energetickému vyčerpání buňky. Hořčík je schopen zmenšit postižený okrsek ischemie blokadou vápníku, ať se jedná o postižení mozkové nebo srdeční tkáně, a tak zmenšit rozsah ischemického postižení. Účinek hořčíku je tedy také antihypoxický.

Vlivem katecholaminů a nedostatku hořčíku proniká vápník snadno intracelulárně, poškozují buňku, což vede k její nekróze. Tato skutečnost se také projevila v masné produkci prasat, kde vlivem nedostatku hořčíku dochází k předporážkovému stresu, který vede k předčasnému úhynu zvířat a k znehodnocení jejich masa.

Dodnes neexistuje jednotný názor, v jakém poměru by měl být přívod vápníku a hořčíku do organismu. V jednotlivých pramenech se setkáváme s doporučeným poměrem vápník:hořčík od 8:1 až do 2:1 (20, 39).

6 ZDROJE HOŘČÍKU

6.1 Přírodní zdroje

6.1.1 Půda a voda

Jak už vyplývá z kapitoly o koloběhu hořčíku v přírodě, základním požadavkem na přiměřené zásobení hořčíku u člověka je jeho dostatečné množství v půdě. Nedostatek v půdě se totiž dále promítá i do pitných vod, rostlinné a živočišné stravy. Za posledních 40 let byl monitorován obsah hořčíku v půdě v celé západní Evropě a USA. Statisticky bylo zjištěno, že oblasti chudé na hořčík v půdě mají vyšší výskyt úmrtí na kardiovaskulární choroby a také vyšší výskyt nádorových onemocnění.

Hladina hořčíku v půdě se samozřejmě významně odráží na množství hořčíku ve vodě. Proto se epidemiologické studie začaly zabývat vlivem pitné vody na lidské zdraví (40).

Důležitou charakteristikou vody je její tvrdost. Tato vlastnost vyjadřuje obsah rozpuštěných nerostů, nejčastěji oxidu vápenatého (CaO) a oxidu hořečnatého (MgO), ve vodě. Dříve se u nás tvrdost měřila v tzv. německých stupních, kde jeden stupeň odpovídá 10 mg CaO/litr nebo 7,2 mg MgO/litr. Nedávno však byla zavedena nová norma, tvrdost vody se vyjadřuje jako suma vápníku a hořčíku v mmol/l (1 mmol/l odpovídá 5,61 německého stupně). Voda s tvrdostí do 0,5 mmol/l se považuje za velmi měkkou, nad 3,76 mmol/l za velmi tvrdou. Příliš měkká voda nepůsobí na lidské zdraví příznivě, má totiž demineralizační účinek. I když je tvrdost vody zapříčiněna přítomností jednak vápníku, tak i hořčíku, mnozí autoři to dále nerozlišovali. Proto byly výsledky vlivu pitné vody na lidské zdraví nejednotné a zkreslené (33, 40, 54).

Obecně můžeme alespoň vyvodit, že nadměrná přítomnost vápníku ve vodě může vyvolávat urologické komplikace tvorbou ledvinových kamenů. Voda bohatá na hořčík má mnohostranně příznivé účinky. Například bylo zjištěno, že vyšší obsah hořčíku v pitné vodě snížil riziko úmrtí u diabetiků. Těchto příznivých účinků se využívá hlavně v minerálních léčebných vodách. Bohatý obsah hořčíku mají prameny v našich známých Karlovarských lázních. Blízko Karlových Varů pramení ojedinělý pramen kyselky, který obsahuje přírodní soli hořčíku. V okolí, kde pramen pramení, se vyskytují horniny bohaté hořčíkem, které jsou v intenzivním kontaktu s oxidem uhličitým. Prodává se pod obchodním názvem Magnesia a s obsahem hořčíku 179 mg/l je významným zdrojem tohoto esenciálního prvku. Koncentrace jednotlivých kationtů v tomto pramenu je v *tabulce č.5* (25, 40).

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že by bylo velice účelné tvrdit povrchovou vodu, která je používána jako pitná, pomocí hořečnatých solí. Mělo by to opodstatněný zdravotní význam, který prosazuje i WHO, ale prozatím tato možnost ztroskotává na zavedené strojové úpravě pitné vody solemi vápníku. Celé strojní zařízení by se muselo vyměnit (40).

Tab. 5: Výtah z chemické analýzy Magnesia z roku 2006 (25).

kationty	mg/l
Mg ²⁺	179
Ca ²⁺	35,3
Na ⁺	5,06
NH ₄ ⁺	< 0,007

6.1.2 Potraviny

Hořčík je do organismu přijímán především s rostlinnou potravou, v jedné molekule zeleného rostlinného barviva chlorofylu jsou zabudovány čtyři atomy hořčíku. Hořčík je obsažen i v potravinách živočišných, avšak v menších koncentracích než u rostlinné potravy. Obsah hořčíku ve vybraných surovinách a potravinách shrnuje *tabulka č. 6*. V masité stravě se hořčík vyskytuje v podobě fosforečnanu hořečnatého, chloridu hořečnatého a ve formě organických solí.

Mezi zdroje bohaté na hořčík patří tmavě zelená a listová zelenina, ve které se nachází velké množství chlorofylu, dále luštěniny, obiloviny, tofu, kakaový prášek, ořechy a semena. Maso, mléko, mléčné produkty, vejce a ovoce obsahují menší množství hořčíku. V příloze jsou uvedeny *tabulky č. 1 a 2* s obsahem hořčíku u různých druhů ovoce, zeleniny a ořechů, v příloze je také *tabulka č. 3*, která uvádí hořčíkovou denzitu u různých druhů potravin (2, 22, 52).

Tab. 6: Obsah hořčíku ve vybraných surovinách a potravinách (51).

Potravina	Obsah v mg/kg	Potravina	Obsah v mg/kg
maso vepřové	80 - 220	sója	2400 - 2500
maso hovězí	170 - 250	zelí	120 - 230
maso kuřecí	130 - 290	květák	170
játra vepřová	220 - 260	špenát	420 - 770
ryby	140 - 310	hlávkový salát	150 - 290
mléko plnotučné	110 - 140	rajčata	110 - 180
tvářoh	90	mrkev	100 - 190
sýry	170 - 550	hrášek	380 - 410
jogurt	140	cibule	70 - 160
vejce slepičí	120 - 140	brambory	200 - 320
vaječný bílek	110	jablka	35 - 70
vaječný žloutek	140 - 150	pomeranče	110 - 140
pšenice	700 - 1500	banány	310 - 420
mouka pšeničná	210 - 1300	jahody	120 - 170
chléb celozrnný	230 - 550	vlašské ořechy	1300
rýže loupaná	260 - 430	čaj černý	2500
hrách	1100 - 1300	káva pražená	2400
čočka	770	čokoláda mléčná	590 - 710
fazole	230 - 550		

6.2 Umělé zdroje

Mezi umělé zdroje hořčíku patří doplňky stravy. Tyto suplementa jsou většinou ve formě různých tablet či tobolek a podávání se perorálně. Slouží k doplnění denní dávky hořčíku, například u osob, které jsou ohroženy nedostatkem (diabetici) či mají zvýšenou potřebu hořčíku. Také je mohou využívat lidé, kteří by nepřijali doporučené denní dávky hořčíku pouze potravou. Dokonce se objevují zprávy o pozitivním působení užívání hořčíkových suplement v terapii diabetu, kardiovaskulárních onemocnění, migrén či u odvykání kouření (2, 5, 30, 50).

Na našem trhu se objevují různé druhy doplňků stravy obsahující hořčík. Buď se jedná o monokomponentní přípravky, které obsahují pouze hořčík a případně vitaminy. Často se prodávají přípravky, kde je kombinace hořčíku s vápníkem, popřípadě ještě se zinkem. Nebo se jedná o přípravky polykomponentní, které včetně hořčíku zahrnují i všechny ostatní vitamíny a minerální látky (20).

Doplňky stravy v České republice jsou určeny vyhláškou č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin. V příloze této vyhlášky je také stanoveno, které sloučeniny mohou být užívány jako doplňky stravy. Mezi povolené sloučeniny patří: octan hořečnatý, uhličitan hořečnatý, chlorid hořečnatý, hořečnaté soli kyseliny citrónové, glukonan hořečnatý, glycerofosforečnan hořečnatý, hořečnaté soli kyseliny fosforečné, mléčnan hořečnatý, hydroxid hořečnatý, oxid hořečnatý a síran hořečnatý (41).

7 DOPORUČENÉ DÁVKY HOŘČÍKU

Fyziologická potřeba hořčíku je u různých skupin populace rozdílná. Musí se zohlednit různé fyziologické, nutriční a environmentální odlišnosti jednotlivých skupin osob. Proto se vytváří samostatná doporučení pro jednotlivé státy. V *tabulce č.7* je uveden návrh doporučených dávek pro obyvatelstvo České republiky (DDD) a v *tabulce č.8* jsou doporučené výživové dávky pro USA (RDA). V příloze se nachází *tabulka č. 4*, která ukazuje potřebné množství potravy, které přibližně splňuje doporučenou denní dávku hořčíku.

Potřeba hořčíku je určována pomocí studií, které sledují jeho rovnováhu v organismu. Ledviny jsou hlavním orgánem vylučující tento kationt, z tohoto důvodu lze měřit jeho množství vyloučené močí. Pro potřebu hořčíku u kojenců a batolat v USA byl adekvátní příjem (AI) určen podle obsahu hořčíku v mateřském mléce. Jen ve velmi vzácných případech se projeví nedostatek hořčíku u dětí kojených mateřským mlékem. Proto se předpokládá, že obsah hořčíku v mateřském mléce je nastaven přesně podle požadavků kojených dětí. Dítě mezi 1-10. měsícem vypije průměrně 700-900 ml mateřského mléka denně. Obsah hořčíku v mléce je průměrně 29 mg/l. Příjem z mateřského mléka je 20-26 mg denně. Dále se musí zohlednit, že využitelnost hořčíku z mateřského mléka je kolem 80-90 %, ale z náhražek se vstřebává pouze 55-75 % (1, 53).

Tab. 7: Návrh doporučených dávek pro obyvatelstvo České republiky (3).

Skupina	Věk	Návrh doporučené dávky hořčíku
Kojenci a batolata		
	0 - 12 měsíců	6,7 mg na kg hmotnosti/den
	1 - 3 roky	7,2mg na kg hmotnosti/den
Děti předškolního a školního věku		
chlapci	3 - 6 let	100 mg/den
	7 - 10 let	250 mg/den
	11 - 14 let	350 mg/den
dívky	3 - 6 let	100 mg/den
	7 - 10 let	250 mg/den
	11 - 14 let	300 mg/den
Dospívající		
chlapci	15 - 18 let	400 mg/den
dívky	15 - 18 let	350 mg/den
Dospělí		
	19 - 59 let	400 mg/den
	60 a více let	350 mg/den
Těhotné		400 mg/den
Kojící		450 mg/den

Tab. 8: Doporučené výživové dávky hořčíku v USA (12).

Skupina	Věk	RDA ¹ /AI ² v mg
Kojenci		
	0 - 6 měsíců	30
	7 - 12 měsíců	75
Děti		
chlapci	1 - 3 roky	80
	4 - 8 let	130
	9 - 13 let	240
	14 - 18 let	410
dívký	1 - 3 roky	80
	4 - 8 let	130
	9 - 13 let	240
	14 - 18 let	360
Dospělí		
muži	19 - 30 let	400
	> 31 let	420
ženy	19 - 30 let	310
	> 31 let	320
Těhotné		
	≤ 18 let	400
	19 - 30 let	350
	31 - 50 let	360
Kojící		
	≤ 18 let	360
	19 - 30 let	310
	31 - 50 let	320

¹ RDA = recommended dietary allowance

² AI =adequate intake

8 NEDOSTATEK HOŘČÍKU

Problematika nedostatku hořčíku v organismu v sobě zahrnuje dva pojmy. **Deplece** je porucha regulace metabolismu hořčíku. **Deficit** je porucha spojená buď s nedostatečným příjmem hořčíku, jeho zvýšenou potřebou či zvýšenou exkrecí ledvinami (57, 58).

Chronický nedostatek hořčíku je v populaci poměrně častý. Okolo 20 % populace přijímá potravou méně než dvě třetiny doporučené denní dávky. Nedostatek se vyskytuje se u obou pohlaví, ale podle studií jím trpí více ženy. Například ve Francii: 23 % žen a 18 % mužů trpí nedostatkem hořčíku (14).

8.1 Příčiny vzniku deficitu

Mezi hlavní příčiny nedostatku patří: 1) snížený příjem hořčíku potravou, 2) zvýšená potřeba hořčíku, která se objevuje při různých životních etapách a onemocnění, 3) zvýšené vylučování hořčíku ledvinami, 4) další zdroje zvýšených ztrát (57, 58).

8.1.1 Snížený příjem hořčíku

- Při dlouhodobém příjmu potravy, která obsahuje malé množství hořčíku.
- V důsledku celkového sníženého příjmu potravy, například z důvodu anorexie.
- Při dodržování různých redukčních diet s nevyváženým poměrem základních složek stravy.
- Při chronických průjmech, které může doprovázet malabsorpce a následné vadné složení střevní mikroflóry.
- Při úporném zvracení.
- U chronických zánětlivých onemocnění střeva, mezi které patří Crohnova choroba, ulcerózní kolitida.
- Důsledkem syndrom krátkého střeva, kdy se vstřebává nedostatečné množství hořčíku z potravy, i když je v potravě jeho dostatek.
- Při celiakii.
- U stavů, kdy je narušeno vstřebávání, v širším pojetí i trávení potravy v různých částech trávicí soustavy – malabsorpční syndrom.
- V důsledku podávání parenterální výživy.
- U chronických alkoholiků (2, 38, 57, 58).

8.1.2 Zvýšená potřeba hořčíku

Ke zvýšené potřebě hořčíku dochází:

- V těhotenství.
- U kojících žen.

- V dospívání.
- U vrcholových sportovců
- Ve stáří.
- Při rekonvalescenci.
- Při akutní pankreatitidě.
- U hyperaldosteronismu.
- Při hyperparathyreodismu.
- U hypertyreózy.
- Při stavech diabetické ketoacidózy.
- U výskytu maligních onemocnění.
- Při intenzivním dlouhodobém stresu.
- Při malabsorpčních, kdy může při nadměrné konzumaci tuků docházet k následné tvorbě nerozpustných a nevstřebatelných hořčnatých mýdel.
- U nadměrné konzumace bílkovin a nadměrného příjmu nápojů s velkým obsahem kalcia a fosfátů (2, 38, 57, 58).

8.1.3 Zvýšené vylučování hořčíku ledvinami

Hořčík je ve zvýšené míře vylučován ledvinami při různých situacích:

- Při akutním ledvinném selhání a při chronickém ledvinném onemocnění.
- Když v organismu dochází k osmotické diuréze, například při onemocnění diabetem mellitem.
- Při podávání různých léčiv, které snižují zpětnou resorpci v ledvinách (diuretika).
- U dialyzovaných pacientů dochází ke ztrátám hořčíku do dialyzační tekutiny.
- U pacientů po transplantaci ledvin.
- Při nadměrné konzumaci nápojů s kofeinem.
- Po nadměrné konzumaci alkoholu – alkohol působí přímo na tubulární reabsorpci hořčíku, zvyšuje tvorbu metabolických mediátorů (laktátů, aj.), které vedou k zvýšenému vylučování hořčíku a poškození tubulární resorpce, přičemž dochází ke zvýšené tvorbě reninu a aldosteronu, které také zvyšují exkreci hořčíku močí.
- Chybí-li v organismu vitamin B₆ – pyridoxin.
- Při podávání nefrotoxických preparátů:
 - cisplatiny,

- cyklosporinů,
- aminoglykosidů (gentamycin, streptomycin, neomycin, tobramycin, amikacin),
- tuberkulostatik (capreomycin, viomycin),
- amfotericinu B,
- pentamidinu.
- Při užívání farmak:
 - inzulínu,
 - antikoncepčních pilulek,
 - sulfonamidů,
 - kortikosteroidů,
 - některých kardiak (2, 38, 57, 58).

8.1.4 Další příčiny zvýšených ztrát hořčiku

Zvýšené ztráty:

- potem,
- při menstruaci,
- u parazitárního onemocnění,
- v důsledku výskytu pištěl (57, 58).

8.2 Klinické příznaky a klinické formy deficitu

Deficit hořčiku se v buňkách projevuje nejdříve nespecificky. Příznaky jsou většinou nejednoznačné. Podle převažujícího projevu se symptomatologie rozděluje do čtyř skupin, i když mohou být přítomny tyto skupiny současně v různé intenzitě a kombinacích (38).

- 1. Cerebrální forma** (neurologická) se vyznačuje tlakovými bolestmi hlavy, slabostí a migrenózními stavy. Dále může být přítomna porucha koncentrace, oblužení, deprese, nervozita, vnitřní napětí, strach, bolesti hlavy cévního původu, závratě, kolapsovité stavy, dechová tíseň v důsledku bronchospasmů, astmatické potíže, šlachosvalová hyperreflexie. Bývá pozitivní elektromyogram a hypoventilační test. Objevuje se Chvostkův (při klepnutí na arcus zygomaticus

se stáhne ústní koutek) a Troemnerův příznak (porodnická ruka při stažení paže manžetou tonometru na 5 minut). U chronických alkoholiků dochází k deliriu tremens, třepotu rukou. Také se může vyskytovat somnolence až kóma, křeče cerebrálního původu, opakované transitorní ischemické ataky cerebrální.

2. **Vaskulární a stenokardická forma** se projevuje tlakem a bolestmi za hrudní kostí nezávisle na námaze, objevují se pseudoanginózní potíže, arteriální hypotenze, tachykardie a poruchy srdečního rytmu typu komorových extrasystol. Také se zhoršuje celková bilance kyslíku, mimo jiné i pro vyšší výskyt koronárních spazmu, výrazně se zvyšuje citlivost vůči digitálovým preparátům, vyskytuje se sklon k trombózám.
3. **Svalově tetanická forma** se vyznačuje především tenzními bolestmi temene hlavy, může být přítomná ztuhlost i křeče šíjových svalů, ramene, mimických svalů na obličeji, žvýkacích svalů, vyskytují se parestézie. Dochází k ztuhlosti prstů, mravenčení a křečím i kolem úst (rybí ústa, křeče v masterech vyvolávající obtíže při mluvení, kousání, porodnická ruka). Pacienti mohou mít potíže při polykání, globus hystericus (pocit koule v krku). Na horní končetině může být přítomno svědění, parestézie až tetanie, u dolních končetin zejména křeče stehenního a lýtkového svalstva. I zde se vyskytuje mravenčení a křeče svalstva prstů, parestézie.
4. **Viscerální forma** se projevuje zvýšeným tonem svěračů zažívacího traktu, bývá přítomen laryngospasmus, kardiospasmus, pyrolospasmus, spasmus Oddiho svěrače. Může docházet k žlučnickovým potížím, průjmům, zvracení, bolestivým křečím v břiše, žaludku, střevech (38, 57).
5. **Gynekologická forma** se vyznačuje premenstruálním syndromem, výraznými menstruačními obtížemi, uterem iritabilis, pelvipathii aplastica a může docházet k trombembolickým příhodám při užívání kontraceptiv (38).

Všechny tyto výše popsané příznaky mohou být způsobeny i jinými poruchami či chorobami. Proto je nutné u konkrétních klinických příznaků nejprve provést

komplexní vyšetření. Až v případě negativního výsledku tohoto vyšetření, je třeba pomýšlet na deficit hořčíku (38).

Potíže při nedostatku hořčíku jsou velmi rozmanité. Lze to snadno vysvětlit tím, že hořčík je iont, který je prakticky přítomen ve všech buňkách tělesných tkání. Zpětně ovlivňuje tonus sympatiku a parasympatiku a tím vyvolává celou šíři průvodních vegetativních příznaků. Také veškeré děje vázané na energii ATP jsou bezprostředně vázány na hořčík. Z tohoto důvodu problematika nedostatku tohoto iontu v organismu prochází napříč obory, zasahuje do neurologie, kardiologie, sportovního lékařství, gastroenterologie, gynekologie, porodnictví, pediatrie, onkologie, imunologie, hematologie, anesteziologie, resuscitace a rehabilitace. Úzký vztah má i k endokrinologii, obzvláště k diabetologii, ale také k psychiatrii, geriatrii, psychologii (38, 57).

8.3 Stanovení koncentrace hořčíku v těle

Přesné stanovení hladiny hořčíku v těle je poměrně problematické. Hořčík patří mezi nejdůležitější intracelulární ionty a jeho zastoupení v extracelulární tekutině je pouze 1 %. Stav hořčíku v těle závisí na specifických indikátorech. Tyto indikátory jsou založeny na měření obsahu hořčíku v různých tkáních těla, neexistuje totiž žádný potvrzený funkční test. Ne každá z uvedených procedur je vhodná za všech okolností (5, 15, 52).

8.3.1 Celkové množství hořčíku v séru

Celková koncentrace hořčíku v séru je nejvíce používaný ukazatel pro zhodnocení stavu hořčíku v těle, jedná se totiž o jednoduchou a poměrně levnou metodu. U zdravých jedinců se koncentrace hořčíku v plazmě pohybuje kolem hodnoty 0,86 mmol/l, fyziologická norma udává koncentraci mezi 0,75 – 0,96 mmol/l. Hodnota pod 0,7 mmol/l už signalizuje určitý stupeň nedostatku hořčíku v těle, ve většině případů se jedná o deficit chronického rázu (1, 40, 53).

Krevní sérum patří k extracelulární tekutině, z celkového množství hořčíku v těle se v plazmě nachází pouze malé množství – asi 0,3 %. Jak už bylo řečeno, hořčík patří mezi ionty, které se vyskytují především v intracelulárním prostoru. Může to tedy znamenat, že v organismu naměříme fyziologickou hodnotu hořčíku v plazmě, ale

i přesto bude v intracelulárním prostoru nedostatek hořčíku. Změření hladiny celkového hořčíku v plazmě zhodnotí pouze jeho extracelulární výskyt a o celkové hladině hořčíku v těle nevyovídá. Mimo to může být hladina hořčíku v séru ovlivněna hladinou pH a změnami v množství albuminu či dalších krevních bílkovin, na které se vážou ionty. Z těchto důvodů stanovení celkové koncentrace hořčíku v séru nepatří mezi spolehlivé ukazatele celkového stavu hořčíku v těle. Akutní deficit hořčíku v těle se tímto ukazatelem neodhalí, celková koncentrace hořčíku v plazmě je totiž přesnými regulačními mechanismy udržována v úzkém rozmezí (1, 5, 15, 40, 52).

8.3.2 Ionizovaný hořčík v séru

Ionizovaný neboli volný hořčík patří mezi nejdůležitější extracelulární frakce díky jeho fyziologické aktivitě. Ke stanovení tohoto volného hořčíku v plazmě se využívají iontově specifické elektrody. Toto stanovení se zdá být jako mnohem přesnější a spolehlivější než metoda stanovení celkové koncentrace hořčíku v séru. Je však nutný další výzkum, aby došlo k vytvoření určitého standardizovaného postupu této metody. Dále musí dojít k procesu schválení o vhodnosti tohoto indikátoru pro stanovení stavu hořčíku v těle (1, 5).

8.3.3 Intracelulární hořčík

Hořčík hraje významnou roli v aktivaci enzymů uvnitř buněk, proto se vědci snaží najít vztah mezi množstvím intracelulárního hořčíku a celkovým množstvím hořčíku v těle. Nevýhoda tohoto přístupu je, že získávání vzorků buněk a tkání těla (biopsie) patří mezi invazivní a časově náročnější metody a nepatří mezi rutinně prováděné vyšetření. Nicméně počáteční odhady předpokládají, že hladiny intracelulárního hořčíku ve svalch, kostech a ostatních tkáních těla mnohem přesněji stanoví stav hořčíku v těle než předcházející metody (5, 52).

Krevní buňky představují dostupnější zdroj buněk pro stanovení intracelulárního hořčíku. Koncentrace hořčíku v bílých krvinkách souvisí s koncentrací hořčíku v kosterní a srdeční svalovině, avšak je to nedostatečný ukazatel k rozlišení stavu hořčíku na individuální úrovni. Na rozdíl od toho se hladina hořčíku v červených krvinkách běžně používá ke stanovení stavu hořčíku v organismu. Normální koncentrace v erytrocytech se pohybuje mezi 2,06 – 2,54 mmol/l. Zjistilo se, že hladina hořčíku v erytrocytech klesá při stravě s nedostatkem hořčíku. Mnoho studií ale vyvrátilo, že by existovala nějaká souvislost mezi koncentrací v erytrocytech

a v ostatních tkáních těla. Ani americká Food and Nutrition Board se nepřiklání k tvrzení, že by stanovení hořčíku v erythrocytech bylo dobrým ukazatelem celkového stavu hořčíku v organismu (1, 5).

8.3.4 Hořčík v moči

Sledování množství hořčíku vyloučené močí je užitečný ukazatel pro diagnózu nedostatku hořčíku. U zdravé populace se množství hořčíku v moči pohybuje kolem hodnoty 4,32 mmol/ den. Fyziologické rozmezí je mezi 1,3 – 8,2 mmol/den. Je-li množství hořčíku v moči menší než toto fyziologické rozmezí, naznačuje to o přítomnosti deficitu hořčíku v organismu (1).

8.3.5 Klasický toleranční test

Toleranční test se většinou provádí u osob, které mají normální koncentrace hořčíku v séru, ale jsou potenciálně ohroženy nedostatkem. Je považovaný za přesný prostředek u dospělých, ale bohužel ne u novorozenců a dětí, osoby s ledvinovým selháním jsou také kontraindikovány. Podstatou tohoto testu je 24 hodinové měření hladiny hořčíku v moči, kterému předchází podání intravenózní infúze s hořčíkem (300 mmol v 500 ml 5% dextrózy za 12 hodin). Zdravé osoby by měly vyloučit více než 80 % z intravenózně podané dávky během následujících 24 hodin. Zadrží-li zkoumaný jedinec více než 30 % z podané dávky, je u něj pravděpodobný hořčíkový deficit. Tento test je pravděpodobně nejvhodnější ukazatel pro diagnózu deficitu hořčíku. Jeho nevýhoda ale spočívá v nutnosti časové náročnosti, hlavně v nutnosti dlouhodobého zavedení infúze. Někdy také může být matoucím faktorem věk, protože staří lidé přirozeně zadržují více hořčíku než mladí lidé, i když by jejich příjem hořčíku potravou byl u obou skupin dostačující. Je potřeba tento parametr při konečné diagnóze deficitu hořčíku zohlednit (1, 2, 5, 52).

8.3.6 Toleranční test využívající stabilní Mg isotopy

Toleranční test, který byl popsán v předcházející podkapitole, je časově náročný a může ho ovlivňovat několik matoucích faktorů, proto se současné studie zaměřují na pozměnění a zjednodušení principu tohoto klasického tolerančního testu. Navrhuje se, že kdyby se pro intravenózní podání dávky hořčíku využily stabilní isotopy, tak by se minimalizovaly matoucí faktory. V důsledku toho by stačilo podat

mnohem menší dávku hořčíku než v původním tolerančním testu. Několikahodinovou infúzi by nahradila injekce do žíly, procedura podání dávky hořčíku by trvala jen několik minut. Tím by se redukovaly nevýhody původního tolerančního testu. Do budoucnosti jsou však nutné další výzkumy a klinické studie, aby se tato nová alternativa tolerančního testu mohla přijmout a používat pro zhodnocení stavu hořčíku v organismu v praxi (52).

8.4 Léčba

Léčba nedostatku hořčíku v organismu je poměrně bezpečná, neškodná a nevyskytují se při ní žádné závažné vedlejší účinky. Do těla dodáváme látku, která je tělu vlastní, pouze je jí nedostatek. Nejprve je nutné, abychom si ověřili, zda jsou klinické projevy opravdu vyvolány nedostatkem hořčíku. Pokud ano, pak je léčba dodáním hořčíku do organismu úspěšná a minimalizuje četné somatické, ale i psychické projevy.

Při medikamentózní léčbě připadají v úvahu dvě možnosti pro podání hořčíku do lidského organismu: parenterální a perorální. Pro výběr jedné z nich je většinou rozhodující závažnost deficitu (2, 40).

8.4.1 Parenterální léčba

Při parenterálním podání aplikujeme hořčík intravenózně nebo intramuskulárně. Tento druh léčby je indikován při závažných projevech deficitu hořčíku, které by mohly ohrozit život jedince (40).

Intravenózní cesta bezprostředně zvyšuje hladinu sérového hořčíku. To je vhodné u akutních stavů jako migréna, tranzitorní ischemická ataka, tetanické křečové stavy, akutní kardiální funkční potíže, ale i arytmie při akutním infarktu. Nevýhodou intravenózního podání je jen velmi krátkodobý účinek hořčíku, protože sérová hladina se rychle normalizuje, regulační mechanismy přísně hlídají hladinu hořčíku a při zvýšení ledviny okamžitě odvádějí přebytečné množství do moče a to i v případě, že je v těle jeho nedostatek. Abychom zabránili tomuto vylučování, je nutné podávat hořčík v infúzích rychlostí nejvíce 1 či 2 gramy za hodinu. Nejčastěji se podává ve formě sloučeniny síranu hořečnatého (MgSO_4) (2, 40).

Intramuskulární podání je nutné v těch případech, kdy chceme zabránit možnému nedostatečnému vstřebání gastrointestinálním traktem. Dříve byl tento způsob aplikace odmítán, protože se tradovalo, že je pro pacienty velmi bolestivý, a že po něm byly časté hnisavé komplikace. V posledních letech došlo k podstatné změně. Z nežádoucích účinků se po aplikaci objevují pouze zatvrdliny, které spontánně zmizí. U pacientů s nedostatkem hořčíku, který se projevuje převážně příznaky z periferních orgánů, k bolestivosti nedochází. Bolesti se objevují, ale ne vždy, u nemocných s centrálními příznaky. Proto v dnešní době tento způsob léčby rozhodně není odmítán. Většinou se aplikuje $MgSO_4$ 10-20% roztok ve 10 ml 3 krát týdně po dobu 2 měsíců (40).

8.4.2 Perorální léčba

Pro perorální přípravky se používá celá řada solí hořčíku. Nejlevnější z nich je laktát. Tento preparát se aplikuje na lačno a mezi nežádoucí účinky patří průjem. Někdy to však není nevýhoda, například u migrény, která bývá často spojena se zácpou. Jednorázový průjem se dostavuje asi do jedné hodiny po požití přípravku a je nutné s tím počítat. Tablety lze užít i po jídle, čímž se tento nežádoucí efekt zmenšuje, bohužel se sníží schopnost plného vstřebání hořčíku (40).

Z dalších solí se používá citrát, levulinát, nikotinát, askorbát, orotát. Orotát má příznivý vliv na nervovou soustavu. Tyto sloučeniny hořčíku jsou už dražší či dokonce velmi drahé a účinek na nedostatek hořčíku není podstatně lepší než u laktátu. Často se také používají hořečnaté soli aspartátu a glutamátu. Jde o spojení hořčíku s iritačními aminokyselinami, které nemají příliš příznivý vliv na centrální nervový systém při jeho patologických ischemických stavech. Stearát hořečnatý je látka, která se používá jako spojovací prostředek k výrobě tablet. Jde však o nerozpustnou a nevstřebatelnou sůl (2, 40).

Anorganické soli hořčíku, mezi které patří chlorid, oxid, síran, bromát, fosfát se také používají pro perorální léčbu nedostatku hořčíku. Některé z nich mají výrazný laxativní účinek. Toho se někdy využívá při přípravě pacientů na vyšetření střeva. Oxid hořečnatý patří mezi běžné léky, které se však hůře vstřebávají. Velice oblíbený je hořčík v šumivých tabletách. Tento preparát obsahuje nerozpustný hydroxid hořečnatý, který se ve vodě spojuje s přítomnou kyselinou citronovou na hořečnatý citrát.

Existují látky, které usnadňují přechod hořčíku do nitra buňky, nazývají se fixačními hořčíky. Jedná se o velmi malé dávky vitamínu D a vitamínu B₆ (40).

8.5 Nedostatečný příjem spojený s chronickými onemocněními

Poslední dobou se vědci snaží dokázat, že dlouhodobě snížený přívod hořčíku pod hranicí doporučených denních dávek, přispívá k rozvinutí chronických chorob, jako jsou například kardiovaskulární choroby a osteoporóza. Výsledky studií jsou zatím nejednoznačné. Může to být způsobeno nedostatkem citlivých a spolehlivých nástrojů k hodnocení stavu hořčíku v organismu. Důvodem selhání v nutričních studiích může být příjem hořčíku z pitné vody, také je obtížné rozlišit vzájemné ovlivnění jednotlivých živin ve vztahu k těmto onemocněním, které jsou většinou způsobeny různorodými příčinami. Skutečnost, že denní doporučený příjem pro hořčík byl nedávno pro většinu skupin zvýšen, je reakce výživových odborníků, kteří věří, že požadavky pro optimální příjem hořčíku jsou vyšší, než se dříve odhadovalo. Je zapotřebí dalšího výzkumu, aby se prokázal vliv nedostatečného přívodu hořčíku na rozvinutí chronických chorob (5).

8.5.1 Kardiovaskulární onemocnění

Hořčík je kofaktorem Na-K-ATPázy a tento enzym působí jako pumpa, která pumpuje sodík a draslík proti koncentračnímu spádu. Tím vytváří potenciál nutný k depolarizaci srdeční buňky. Na hořčíku jsou závislé i další enzymy, které ovlivňují vlastnosti srdeční buňky a její membrány – adenylátcykláza, guanylátcykláza, Ca^{2+} -ATPáza apod. Hořčík se zároveň podílí na regulaci kalciových kanálů srdeční buňky, především těch, které jsou závislé na acetylcholinu. Důležitý je efekt hořčíku na potlačení časných následných depolarizací, které jsou příčinou polymorfní komorové tachykardie – tzv. torsades de pointes. Z výše uvedených faktorů vyplývá, že je magnezium nezbytné k udržení stability na buněčných membránách, a tím působí jako přirozené antirytmikum. S klesající hladinou hořčíku vzrůstá buněčná excitabilita. O důležitosti hořčíku v kardiologii také svědčí, že v experimentu lze pouhou deplecí hořčíku navodit model náhlé kardiální smrti u zvířete. Důležité je také ovlivnění aktivity kalciových kanálů hořčíkem, hořčík působí jako kalciový antagonist intracelulárně i na membránových kanálech cévního hladkého svalu a buňkách srdce. Důsledkem je vazodilatace, a to systémová i koronární, což patří u většiny kardiovaskulárních onemocnění k příznivým faktorům (7).

Po uvedení těchto faktů je zřejmé, že hořčík velice souvisí se správnou funkcí srdce a celého oběhového systému. Z toho vyplývá, že nedostatek hořčíku v organismu by mohl hrát určitou roli v patogenezi kardiovaskulárních onemocnění (KVO). První

domněnka o souvislosti mezi příjmem hořčíku a KVO byla navržena v návaznosti na zjištění, že v oblastech s měkkou vodou byla větší incidence KVO. Několik studií potvrdilo, že nízký příjem hořčíku potravou může být rizikovým faktorem KVO. Také se předpokládá, že suplementace hořčíkem by mohla pomoci v prevenci aterosklerózy a ischemické choroby srdeční (37, 50).

Významné je, že experimentální a klinické studie ukázaly, že aplikace hořčíku ve farmakologické dávce zlepšuje energetický metabolismus myokardu, stabilizuje buněčnou membránu a vede k vazodilataci koronárních i periferních arterií. Z tohoto důvodu začaly vznikat různé výzkumy, které sledovaly závislost léčby hořčíkem na mortalitě pacientů po akutním infarktu myokardu. Řada malých studií, jejich následná metaanalýza a velká studie LIMIT-2 (2nd Leicester Intravenous Magnesium Intervention Trial) ukazovaly na významné snížení mortality hořčíkem léčených pacientů. Výsledky LIMIT-2 byly pozoruhodné, proto se provedla ještě rozsáhlejší studie ISIS-4 (4th International Study on Infarct Survival), která však nepotvrdila pozitivní vliv magnezia na mortalitu těchto pacientů. Po následném kritickém zhodnocení všech dosavadních výsledků se došlo k závěru, že rozhodujícím faktorem, který vede k úspěchu nebo neúspěchu aplikace hořčíku u akutního infarktu myokardu, je především čas podání hořčíku od objevení se prvních příznaků. Ve studii ISIS-4 byl hořčík podáván průměrně o 5 hodin později, než u studie LIMIT-2. Rozporuplné výsledky daly impuls ke vzniku mezinárodní studii MAGIC (The present clinical study Magnesium in Coronaries), do které bylo zapojeno 6100 pacientů. Ani tato studie však problematiku plně neobjasnila. Faktem je, že intravenózně podaný hořčík ve formě sulfátu může snížit mortalitu pacientů s akutním infarktem myokardu, snižuje rozsah infarktu. Důležitá je však doba podání od prvních příznaků, hořčík musí být podán do 6 hodin. Je nutné tuto problematiku hlouběji prozkoumat. Mělo by se například zhodnotit, jaká je optimální dávka pro různé skupiny pacientů. Závislost koncentrace hořčíku v srdeční buňce na ischemii buňky myokardu ukazuje v příloze *obrázek č.4* (5, 7, 36, 50).

8.5.2 Osteoporóza

Doposud se nepodařilo objasnit, zda souvisí nedostatek hořčíku v organismu se vznikem osteoporózy. Také se objevují sporné názory na suplementaci hořčíkem v prevenci a léčbě tohoto onemocnění. Je jasné, že se hořčík v organismu velkou mírou spolupodílí na homeostáze kostí a minerálních látek v nich obsažených. Má přímý vliv

na funkci kostních buněk a ovlivňuje vznik hydroxyapatitu a růst kostí. Protože kostní tkáň je jedna z největších úschoven hořčíku v těle, logicky z toho vyplývá, že by to měla být tkáň, která je nedostatkem hořčíku nejvíce ohrožena. Tyto skutečnosti vedou výzkumné týmy ke snaze objasnit, zda opravdu nedostatek hořčíku hraje roli v rozvoji osteoporózy.

Při experimentech na laboratorních potkanech se zjistilo, že při těžkém deficitu hořčíku se objevují odchylky od minerální homeostázy a metabolismu kostní tkáně. Růst kostí byl snížen, kosti byly křehčí a náchylnější ke zlomeninám. Některé studie navíc potvrdily spojitost mezi těžkým hořčíkovým deficitem a abnormálním růstem kostí. Všechny tyto jevy byly pozorovány u mladých zvířat, které byli v období růstu, a byla jim dáována potrava s výrazným nedostatkem hořčíku.

Několik studií na lidech uvedlo, že u žen po menopauze, které měly osteoporózu, došlo k podstatnému úbytku hladiny hořčíku v krevní plasmě a kostní tkáni. Epidemiologické studie týkající se úbytku kostní hmoty u lidí však vykazují rozporuplné výsledky. U žen před menopauzou se projevilo pozitivní spojení mezi příjmem hořčíku a kostní denzitou u bederních obratlů a u kostí předloktí. U žen po menopauze se to nepotvrdilo. Výsledky dalších studií se také liší. Dále například několik studií doporučuje suplementaci hořčíkem v návaznosti na své výzkumy. Z jedné studie vyplynulo, že při podávání 750 mg hořčíku denně po dobu 6 měsíců a následovně 250 mg hořčíku denně po dobu 18 měsíců, se zvýšila kostní hmota u kosti vřetenní u 31 žen s osteoporózou. Tyto výsledky byly analyzovány po 1 roce od začátku užívání suplement, po 2 roce (po ukončení podávání suplement) se však dosavadní výsledky dále nezměnily.

Nicméně, i když výsledky lidských experimentů jsou rozdílné, můžeme označit nedostatek hořčíku v lidské stravě za potenciální rizikový faktor na vzniku osteoporózy. Je evidentní, že v problematice tohoto onemocnění s podstatně významnou prevalencí v populaci ve spojitosti s příjmem hořčíku, musíme do budoucna udělat jasno a bude k tomu potřeba ještě mnoho dalších výzkumů (4, 5).

8.5.3 Diabetes mellitus

Poměrně vysoké procento (25-38 %) pacientů s diabetem mellitem 2. typu trpí hypomagnezemií. U diabetiků přítomná hyperglykémie totiž způsobuje polyurii, vše spojuje ještě hyperinzulemie. Z tohoto důvodu je v organismu tendence hořčík nadměrně vylučovat a také snižovat jeho zpětnou reabsorpci. Navíc se k tomu může

přidat nedostatečný příjem hořčíku potravou. Nedostatek hořčíku u diabetiků však není žádoucí, může docházet k metabolickým komplikacím diabetu, mezi které patří cévní onemocnění, polyneuropatie, ale i osteoporóza. Hořčík je potřebný pro správné využití glukózy a pro inzulínovou signalizaci. Metabolické odchylky v intracelulárním hořčíku, které hrají roli jako druhý posel pro činnost inzulínu, navíc vedou k inzulínové rezistenci (5, 11, 37, 44, 50).

Nedávno byl prováděn rozsáhlý výzkum, který sledoval riziko DM 2. typu ve spojení s nízkou hladinou hořčíku v séru a nízkým příjmem hořčíku u 12128 dospělých jedinců, kteří neměli diabetes. Studie byla prospektivní a trvala 6 let. Vědci našli nepřímou souvislost mezi hladinou hořčíku v séru a vznikem DM 2. typu u bělochů. U černochů se to nepotvrdilo, mezi příjmem hořčíku potravou a rizikem vzniku DM 2. typu se nenašla žádná souvislost (5, 37, 50).

Dále probíhají různé studie, pro zjištění zda, jestli suplementace hořčíkem může pomoci zlepšit kompenzaci DM 2. typu. Na zvířecích modelech suplementace hořčíkem (1 % ze stravy) značně snížila hladinu glukózy v krvi oproti kontrolní skupině, která přijímala hořčík pouze v adekvátním množství z potravy (0,2 %). Obdobné výsledky se prokázaly i u lidí. V jedné méně rozsáhlé studii se podávalo 380 mg hořčíku v suplementech starším neobézním pacientům s DM 2. typu po dobu 4 týdnů. Po této době se prokazatelně zvýšila inzulínová senzitivita. V další větší studii podávali dokonce dávku 1000 mg hořčíku denně, v tomto případě byly u diabetiků sníženy hladiny fruktosaminu. Podle dosavadních výsledků lze předpokládat, že suplementace hořčíkem by mohla pomoci v prevenci a léčbě DM 2. typu (5, 11, 37, 44).

8.5.4 Ostatní onemocnění

Snížené hladiny magnezia v organismu jsou spojovány také s rozvojem několika dalších onemocnění, mezi které patří například mozková mrtvice u předčasně narozených dětí, migrény, astma, nebo poruchy spánku. Vědci předpokládají, že i u těchto onemocnění by mohla suplementace hořčíkem snížit riziko jejich vzniku, hlavně u rizikových skupin obyvatel (5).

Význam hořčíku v patogenezi migrén zjevně vyplývá z různých výzkumů. Podáme-li infúzi s magnezium pacientům s migrénou, u kterých byla zjištěna nízká hladina ionizovaného hořčíku v organismu, přijde rychlá a trvalá úleva od jejich akutních migrenózních bolestí hlavy. V Německu byla prováděná studie, ve které bylo dospělým lidem trpícím migrénami podáváno 600 mg hořčíku denně po dobu jednoho

měsíce. Po této době se u nich snížil výskyt bolestí hlavy o 42 %. Hořčík tedy můžeme označit za prostředek, který upravuje trvání, intenzitu a frekvenci migrén (4, 5).

9 HOŘČÍK V TĚHOTENSTVÍ

V graviditě přirozeně narůstá potřeba energie, základních živin, vitamínu i minerálních látek. Potřeba hořčíku se zvyšuje o 15-20 %. V průběhu fyziologického těhotenství dochází ke snížení hladiny hořčíku v séru. Při sledování dynamiky změn koncentrace hořčíku bylo prokázáno, že je ve všech měsících těhotenství významně nižší ve srovnání se ženami netěhotnými. Ve druhém měsíci je hladina hořčíku v těle nejvyšší, poté začne pozvolna klesat a nejnižší hodnoty dosáhne v 5. měsíci. V 6. měsíci se hladina nepatrně zvyšuje a pak zůstane stabilní až do konce těhotenství (20, 57).

Mnoho výzkumníků sledovalo význam suplementace hořčíku v těhotenství. Došli k závěru, že suplementace magnezium zahájená před 25. týdnem těhotenství byla spojena s nižším výskytem předčasného porodu, nízké porodní hmotnosti a malé délky novorozence. Těhotné ženy, které přijímaly hořčík v doplňcích stravy, vykazovaly méně hospitalizací během gravidity a méně se u nich objevovalo předporodního krvácení (20).

9.1 Nedostatek v těhotenství

Průměrný přívod hořčíku potravou u těhotných žen je odhadován pouze na 35-38%. Nedostatek hořčíku u gravidních žen může vyvolat následky u samotné ženě, ale i na narozeném dítěti, které se s důsledky může potýkat i v průběhu svého života. Mezi problémy, které jsou dávány do souvislosti s nedostatkem hořčíku, patří vyšší potratovost, větší počet těhotenství s patologickým průběhem, výskyt předčasné děložní činnosti a poruchami v šestinedělí. U novorozenců pak ve větší míře může docházet k vrozeným vývojovým vadám, edémům a poruchám hematopoézy (14, 20, 45).

Chronický nedostatek hořčíku v těhotenství můžeme rozdělit do dvou klinických forem: 1) Předčasný porod nebo spontánní potrat v důsledku zvýšené děložní dráždivosti, 2) Syndrom náhlého umrtí (SIDS) (14).

9.1.1 Předčasný porod

Předčasný porod je převážnou příčinou perinatální morbidity a mortality ve světě. Cílem je zabránit děložním stahům (tokolýza) a tím prodloužit těhotenství. Z tohoto důvodu jsou podávány β -2 mimetika, které způsobují relaxaci děložního svalstva. Jejich nevýhodou jsou však nežádoucí účinky, mohou vyvolat tachykardii, palpitaci, neklid, třes a pocení. Vzhledem k průniku placentou se také zvyšuje srdeční frekvence plodu (14, 27).

Někdy se přistupuje k terapii hořčíkem. Podávají se vysoké dávky síranu hořečnatého intravenózně. Názory na použití této látky jako tokolytika se však různí. Velké množství hořčíku někdy může mít tak negativní toxické důsledky, že může vyvolat smrt plodu či novorozence. Proto se od tohoto způsobu léčby spíše ustupuje (14, 20, 27).

Jestliže je příčina děložní hyperaktivity hlavně v nedostatku hořčíku, patří mezi nejlepší řešení doplnit potřebnou hladinu hořčíku v organismu. Mohou se užít orální hořčíková suplementa, či zvýšit přívod hořčíku potravou, popřípadě obojí. Tímto způsobem nedochází k toxickému působení hořčíku jako v předchozím případě. Je-li v organismu ženy dostatek hořčíku, výrazně se sníží riziko vzniku spontánního potratu, prodlouží se doba trvání gravidity, podporují se fyziologické parametry novorozence (váha, délka, obvod hlavičky) a zlepšuje se celkový vývoj novorozence. K rozpoznání nedostatku hořčíku většinou využíváme zhodnocení jejího denního příjmu potravin a obsahu hořčíku ve zkonsumovaných potravinách a nápojích. Také si musíme všimnout ostatních klinických projevů hlavně na nervové soustavě. Vhodným ukazatelem je též hořčíkový toleranční test s dávkou 5 mg/kg (14).

9.1.2 Syndrom náhlého úmrtí

Syndrom náhlého úmrtí (Sudden infant death syndrome) je smrtí dítěte bez zjištěné zjevné příčiny a většinou má multifaktoriální původ. K úmrtí dochází většinou ve spánku, postihuje malé děti mezi prvním týdnem až prvním rokem života a bývá nejčastější příčinou mortality novorozenců a kojenců ve vyspělých zemích (8, 20).

První, kdo vyslovil domněnku, že by nedostatek hořčíku mohl hrát roli v syndromu náhlého úmrtí, byla v roce 1972 Caddel. V té době předpokládala, že SIDS může být reakce organismu na šok z nedostatku hořčíku. V dnešní době se objevují studie týkající se SIDS a nedostatku hořčíku. Například v jedné studii prováděné

na Taiwanu zjistili pozitivní spojení mezi syndromem náhlého úmrtí a hladinou hořčíku v pitné vodě. Výsledky vykazovaly zvýšené riziko SIDS se sníženou hladinou hořčíku v pitné vodě. Po hlubším prozkoumání těchto výsledků by mohl hořčík přispívat k prevenci syndromu náhlého úmrtí (8, 14).

9.2 Preeklampsie a eklampsie

Preeklampsie představuje spojení hypertenze s proteinurií a edémy u těhotných žen a zodpovídá za 10,9 % perinatální mortality. Nejnebezpečnější komplikací preeklampsie je eklampsie charakterizovaná generalizovanými tonicko-klonickými křečemi před porodem nebo po něm. Jako účinná profylaxe záchvatu eklampsie se jeví intravenózní aplikace síranu hořečnatého. Primární profylaxe preeklampsie v podstatě neexistuje (20, 45).

10 HOŘČÍK A ABUSUZ

10.1 Hořčík a alkohol

Klinické a experimentální důkazy svědčí o tom, že konzumace alkoholu patří mezi hlavní příčiny ztrát hořčíku z různých tkání lidského těla. U lidí chronicky závislých na alkoholu dochází k poruše celého minerálního hospodářství, v organismu se vedle nedostatku hořčíku vyskytuje i deplece draslíku a dalších minerálních látek. Je to způsobené řadou mechanismů, mezi které patří snížené vylučování antidiuretického hormonu, což vede k větším ztrátám vody v ledvinách, s nadbytkem vyloučené vody dochází i k zvýšenému vylučování iontů. K dalším mechanismům patří příjem velkého množství tekutin, které obsahují jen malé množství minerálních látek (velké dávky piva), zhoršené vstřebávání, zvracení, nedostatečná výživa a průjemy. Nedostatek draslíku v těle vyvolává hormonálními mechanismy pocity žízně, které mohou provokovat k přijímání dalších tekutin obsahujících jen málo minerálních látek, a tím se stav ještě zhoršuje. Snížené množství hořčíku u alkoholiků může postihovat mozek, játra, kosterní svalstvo, srdce a to v různém rozsahu. Zde způsobuje změny v produkci energie, syntéze proteinů, buněčném cyklu a specifických funkcích. Poté,

co se podhalí detailní funkce a mechanismy ovlivňované hořčíkovými ionty, mohou se navrhnout nové terapeutické přístupy k dosažení opětovné fyziologické homeostázy hořčíku a odvrátit či vyvarovat se komplikací, které jsou spojené s chronickou konzumací alkoholu (32, 35).

O širších souvislostech poruch minerálního a vodního hospodářství svědčí i to, že podávání hořčíku na alkoholu závislým pacientům v odvykacím stavu vedlo ke zlepšení kvality spánku. Nespavost patří k obvyklým projevům odvykacího stavu po alkoholu. Dlouhodobé poruchy spánku u závislých na alkoholu však mohou být spouštěcím mechanismem recidivy (32).

10.2 Hořčík a nikotin

Podle nejnovějších výzkumů hořčík snižuje intenzitu některých drogově vyvolaných závislostí (například závislost na opiátech, nikotinu, kokainu, amfetaminu, atd.). Jeho příznivé efekty působí během závislosti, dále také snižuje klinické projevy během abstinčních příznaků. V některých případech mohou hořečnaté ionty snížit riziko vzniku opětovného užívání drogy. V příloze je na *obrázku č.5* shrnuta závislost Mg^{2+} a nikotinu (29).

V jedné studii byl sledován efekt hořčíku na 53 dospělých pacientů se silnou závislostí na nikotinu (vykouřili více než 10 cigaret denně). Tito pacienti byli hospitalizováni na psychiatrické léčebně, trpěli neurózou a byly jim podávány benzodiazepiny. Nikotinová závislost byla ohodnocena podle Fagerstömova testu před zahájením terapie a po 28 dnech od začátku podávání hořčíku. Hladina hořčíku v plazmě byla též zjišťována před zahájením terapie a po 28 dnech. U skupiny pacientů, kterým byl podáván hořčík v suplementech (200 mg denně), došlo k výraznému snížení počtu vykouřených cigaret denně a snížení nikotinové závislosti podle Fagerstömova testu po 28 dnech (Fagerstömovo score: $7,93 \pm 0,17$ před zahájením terapie, $6,78 \pm 0,18$ po 28 dnech). Ve skupině kuřáků, kteří nepřijímali hořčíkové suplementa, se Fagerstömovo score před zahájením terapie a po 28 dnech téměř nezměnilo ($7,48 \pm 0,22$ před, $7,24 \pm 0,19$ po 28 dnech). Suplementace magnezium také zvýšila jeho plazmatické koncentrace v krvi ($17,2 \pm 1,2$ mg/l před zahájením terapie, $26,1 \pm 1,6$ mg/l po 28 dnech). Podle těchto výsledků se předpokládá, že hořčík by mohl být užitečný doplněk v léčbě závislosti na nikotinu (30).

11 NADBYTEK HOŘČÍKU

Nadbytek hořčíku v organismu se projevuje zvýšenou hladinou hořčíku v krevní plazmě. Tento jev není v lidské populaci moc obvyklý. Průzkumy totiž dokazují, že normální zdraví jedinci, kteří přijímají potravou vyšší příjem hořčíku, nepocítují žádné negativní vedlejší příznaky z nadbytečné konzumace. Normálně fungující organismus vyloučí nepotřebný hořčík ledvinami do moči či jinými cestami z těla, různými mechanismy je udržována homeostáza tohoto prvku (15).

Avšak trochu jiná situace nastává u zdravých jedinců, kteří konzumují doplňky stravy a léky s vysokým množstvím hořčíku. Zde už se některé nežádoucí projevy vyskytují. Z tohoto důvodu byly v USA stanoveny horní limity pro denní příjem hořčíku suplementy (the Tolerable Upper Intake Levels = ULs) – *tabulka č. 9* (15, 31, 53).

Problém je v tom, že nejsou k dispozici žádné dostupné údaje o tom, která forma hořčíkových doplňků působí na lidský organismus při nadbytečném užívání toxicky. Proto je třeba dávat pozor na všechny doplňky stravy obsahující hořčík, ale i na různé druhy léků obsahující sloučeniny hořčíku, mezi které patří například běžně užívané antacida.

Mezi nežádoucí projevy nadbytečného příjmu patří: průjemy, pocity na zvracení, nízký krevní tlak. Další symptomy mohou být podobné nedostatku hořčíku, jedná se například o změny v duševním stavu, ztrátu chuti k jídlu, svalovou slabost, dýchací potíže či nepravidelný srdeční tep. Neurologické a srdeční projevy se objevují při hladinách hořčíku v krevním séru vyšších než 2-3 mmol/l. Je-li příjem hořčíku kolem 30 g denně, nastává metabolická alkalóza a hypokalemie. Při extrémním jednorázovém příjmu dávky hořčíku by došlo k paralytickému ileu a zástavě oběhového a dýchacího systému (5).

Jak už bylo řečeno, zdraví jedinci se skrz adaptační mechanismy s nadbytečným příjmem relativně snadno vypořádají. Problém by mohl nastat u lidí, kteří mají porušenou funkci ledvin, u nich je třeba dbát zvýšené pozornosti při nadbytečném příjmu hlavně různých doplňků a léků se sloučeninami hořčíku. Pozor bychom měli dát i na profesní expozici hořčíku. Toxicita byla například pozorována u pracovníků v hutích, kteří inhalovali toxické látky hořčíkového prachu (15, 15, 53).

V terapii hypermagnezemie je nejprve nutné zabránit dalšímu podávání látek obsahující magnezium. Dále se může provést hemodialýza nebo peritoneální dialýza. Také se obvykle podává infúze vápníku (1g glukonátu vápenatého) (2).

Tab. 9: Horní limity pro příjem hořčíku suplementy (12).

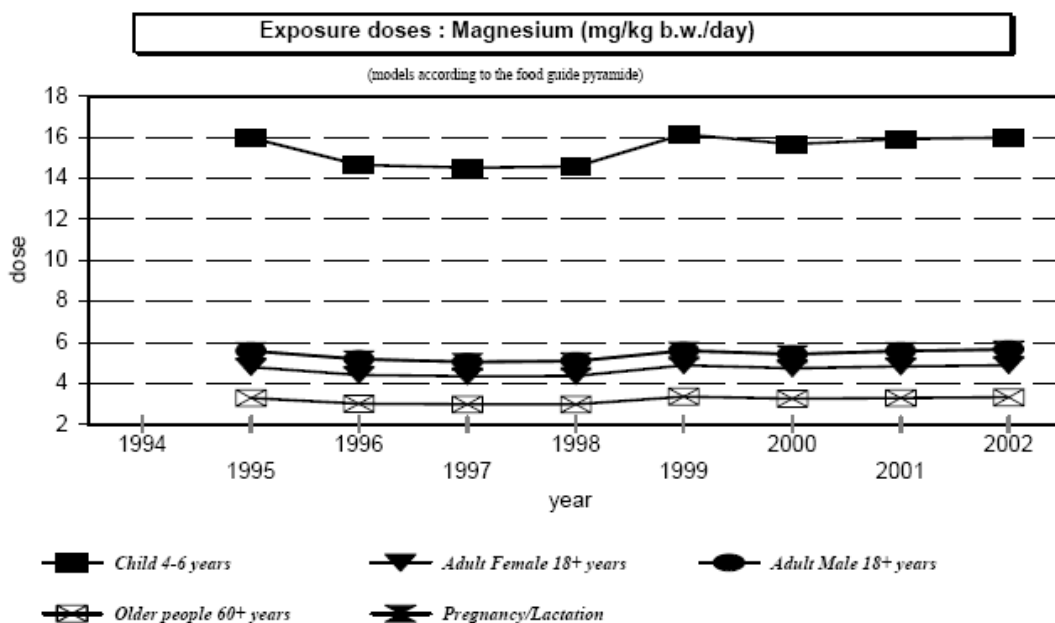
Skupina	Věk	UL
Kojenci		
	0 - 6 měsíců	---
	7 - 12 měsíců	---
Děti		
	1 - 3 roky	65
	4 - 8 let	110
	9 - 13 let	350
	14 - 18 let	350
Dospělí		
muži	>19 let	350
ženy	>19 let	350
Těhotné		350
Kojící		350

12 PRAKTICKÁ ČÁST

12.1 Úvod

Přívod hořčíku je u české populace zjišťován od roku 1995. Monitoring popisující dietární expozici je uváděn v publikacích Státního zdravotního ústavu v Praze. Hodnota průměrného doporučeného denního přívodu činí asi 4-6 mg/kg/den. Průměrná expoziční dávka pro Českou republiku dosáhla 80% průměrného doporučeného denního přívodu. To odpovídá odhadům, že denní potřeba hořčíku u populace nemusí být u všech osob pokryta. V *grafu č. 1* je srovnání expozičních dávek hořčíku, které bylo provedeno pomocí modelu doporučených dávek potravin. Expoziční dávka hořčíku je v posledních letech setrvalá. Mezi významné expoziční zdroje z hlediska absolutní expozice patřilo běžné pečivo, mléko, brambory. Bohatým zdrojem hořčíku jsou především ořechy, výrobky s kakaem, luštěniny a obiloviny (42).

Graf č.1: Srovnání expozičních dávek hořčíku v letech 1995-2002 (42).



12.2 Cíl práce

Monitoring, který byl prováděn Státním zdravotním ústavem v Praze, ukázal, že denní potřeba hořčíku nemusí být u všech osob pokryta. Proto se praktická část týkala zhodnocení přívodu hořčíku u jednotlivých osob různých populačních skupin formou kazuistik.

Průzkum byl zaměřen na některé rizikové skupiny osob, které by mohly být potenciálně ohroženy nedostatkem hořčíku, konkrétně se zjišťoval přívod hořčíku u těhotné ženy, kojící ženy a u muže ze seniorské populace. Dále byl vybrán jeden zástupce populace, který nepatří do rizikové skupiny. Cílem mé práce bylo zjistit, zda jsou vybrané osoby ohroženy nedostatkem hořčíku, zda užívají doplňky stravy obsahující hořčík. Jestli je nutné doporučit jim potraviny s vyšším obsahem hořčíku s cílem zlepšit zásobení jejich organismu hořčíkem. Zhodnotit, jestli je pro ně vhodné například užívání doplňků stravy.

12.3 Metodika

Z každé vybrané rizikové skupiny jsem oslovila jednoho respondenta - těhotnou ženu ve 20. týdnu těhotenství, kojící ženu, starého člověka ve věku 82 let a mladého sportujícího muže.

Ke zjištění osobní anamnézy jsem použila stručný dotazník, který je uveden v příloze. Výživové zvyklosti byly zjištěny na základě záznamové metody do záznamového archu, který je též uveden v příloze. Osobní anamnézu jsem zjišťovala na začátku setkání pomocí cíleného rozhovoru a zjištěné údaje jsem zapisovala do zmíněného dotazníku. Poté respondenti zaznamenávaly všechny zkonsumované potraviny a vypité nápoje do formuláře 3-denního záznamového archu, který se týkal dvou všedních dnů (pondělí a středa) a jednoho víkendového dne (soboty). Záznamové archy byly vyhodnoceny pomocí počítačového programu NutriDan. Pro každý ze tří dnů byl zhodnocen přívod hořčíku potravou, ke kterému byl připočten přívod hořčíku z doplňků stravy, pokud byly užívány. Ze všech tří hodnot byla následně vypočtena průměrná hodnota přívodu hořčíku u dané osoby. Výsledky byly graficky zpracovány a porovnány s návrhem výživových doporučených dávek Společnosti pro výživu (SPV) za použití programu Microsoft Excel. Včetně hodnoty přijatého hořčíku jsem hodnotila i jejich celkový energetický příjem a příjem základních živin, aby mohl být zhodnocena jejich celková nutriční spotřeba. Jejich denní příjem energie, tuků, bílkovin, sacharidů a hořčíku byl porovnán s návrhem výživových doporučených denních dávek pro českou populaci.

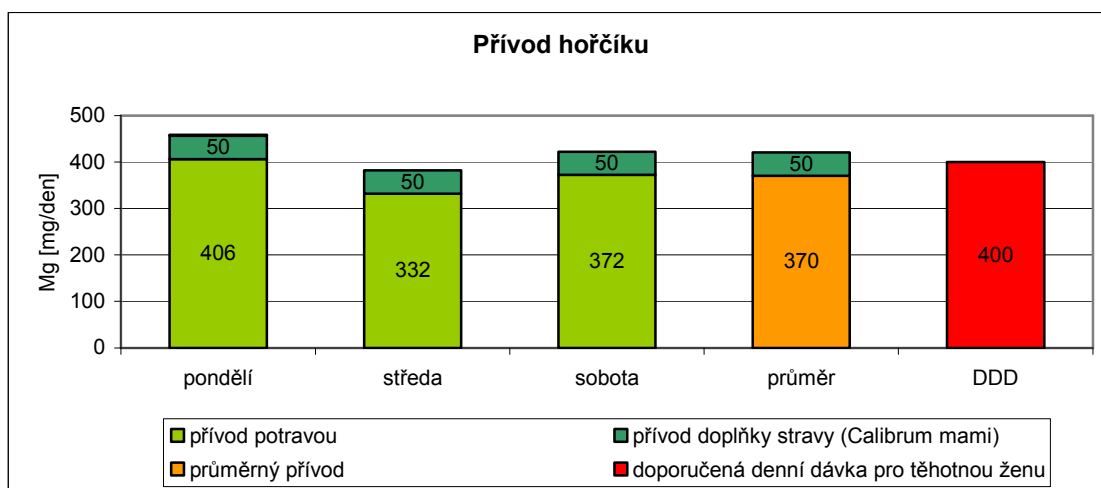
12.4 Výsledky

PANÍ DENISA H.

Těhotná žena ve 20. týdnu těhotenství, věk 28 let. Výška 170 centimetrů, aktuální tělesná hmotnost 60 kilogramů, před graviditou vážila 55 kilogramů. Jedná se o první těhotenství, které probíhá bez komplikací, zdravotní stav dobrý. Krevní tlak je v normě, netrpí křečemi. Pracuje jako operátorka copy centra. Má alergii na Algyfen, netrpí žádnou potravinou alergií či intolerancí. Nevyznává žádný alternativní způsob stravování. Dlouhodobě neužívá žádné léky, bere pouze doplněk stravy Calibrum mami, jednu tabletu denně. Tento doplněk obsahuje 50 mg hořčíku v jedné tabletě. Nekouří, alkohol nepije.

Výsledky:

	Energie	Sacharidy	Tuky	Bílkoviny	Hořčík
pondělí	9 705 kJ	304 g	82 g	82 g	456 mg
středa	7 790 kJ	246 g	60 g	74 g	382 mg
sobota	7 238 kJ	165 g	79 g	75 g	422 mg
průměr	8 244 kJ	238 g	74 g	77 g	420 mg
DDD	10 000 kJ	340 g	75 g	80 g	400 mg



Hodnocení a doporučení:

Paní Denisa přijímá potravou průměrně 370 mg hořčíku denně. Doporučená denní dávka pro těhotnou ženu je stanovena na 400 mg hořčíku za den. Pouze potravou

by doporučenou dávku hořčíku nesplnila, ale přívod se téměř blíží k doporučení. Tato žena navíc užívá doplněk stravy Calibrum mami, který denně dodá 50 mg hořčíku. Tudíž paní Denisa doporučený přívod hořčíku pokrývá.

Průměrný energetický příjem této těhotné ženy je 8244 kJ, doporučený příjem je však vyšší – 10000 kJ. Denní dávky bílkovin a tuků jsou v normě, mohla by zvýšit příjem sacharidů ve formě polysacharidů.

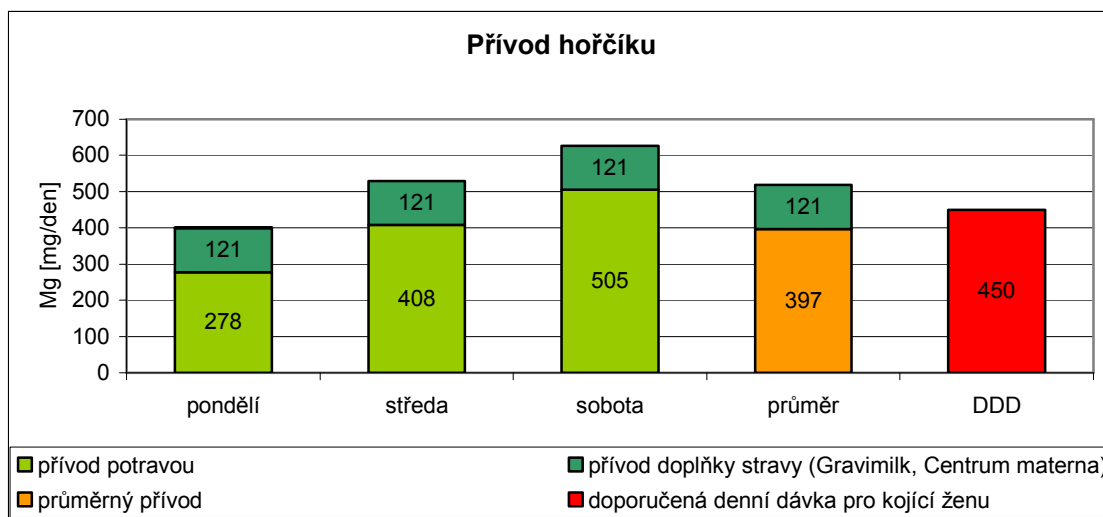
Navrhla bych, aby do jídelníčku zařadila více celozrnného pečiva, které jí dodá chybějící energii a sacharidy. Navíc jí dodá i vlákninu, která pomáhá předcházet zácpě, ke které v těhotenství často dochází. Celozrnné pečivo je i dobrým zdrojem hořčíku. Jinak jí není co vytknout, její jídelníček je pestrý, pravidelně zařazuje mléčné výrobky, maso, ovoce a zeleninu. Podle jídelníčku je evidentní, že tato žena dbá o správnou výživu, která je v těhotenství velice důležitá.

PANÍ PETRA K.

Kojící žena, věk 31 let. Měří 170 centimetrů, tělesná hmotnost je 55 kilogramů. Momentálně je na mateřské dovolené, už pátý měsíc plně kojí. Žádné zdravotní komplikace se u ní neobjevily, netrpí žádnou alergií, ani potravinovou intolerancí. Neužívá trvale žádné léky. Každý den ráno popíjí přípravek Gravimilk, který obsahuje 76 mg hořčíku ve 100 g prášku pro přípravu mléka. Dále užívá doplněk stravy Centrum materna v množství 1 tabletu denně, 1 tableta obsahuje 100 mg hořčíku. Nekouří, alkohol nekonzumuje.

Výsledky:

	Energie	Sacharidy	Tuky	Bílkoviny	Hořčík
pondělí	6 464 kJ	162 g	72 g	56 g	399 mg
středa	11 733 kJ	307 g	125 g	98 g	529 mg
sobota	11 039 kJ	361 g	86 g	96 g	626 mg
průměr	9 745 kJ	277 g	94 g	83 g	518 mg
DDD	10 000 kJ	340 g	75 g	80 g	450 mg



Hodnocení a doporučení:

Tato kojící žena denně průměrně stravou přijme 397 mg hořčíku, doplňky stravy jí denně dodají 121 mg hořčíku. Její průměrný denní přívod hořčíku je tedy 518 mg, což více než bezpečně splňuje doporučenou denní dávku pro kojící ženu, která je stanovena na 450 mg. Pouze stravou bez doplňků by této doporučené dávky nedosáhla. Užívání doplňků stravy pro těhotné a kojící ženy je poměrně vhodné, avšak úplně by stačilo užívat pouze jeden doplněk stravy. Také je nutné dodat, že grafy pro jednotlivé dny ukazují kolísající přívod hořčíku. Například mezi přívodem v pondělí a v sobotu je rozdíl 227 mg. Proto by bylo u této ženy přesnější zhodnotit průměrný denní přívod hořčíku podle týdenního záznamu.

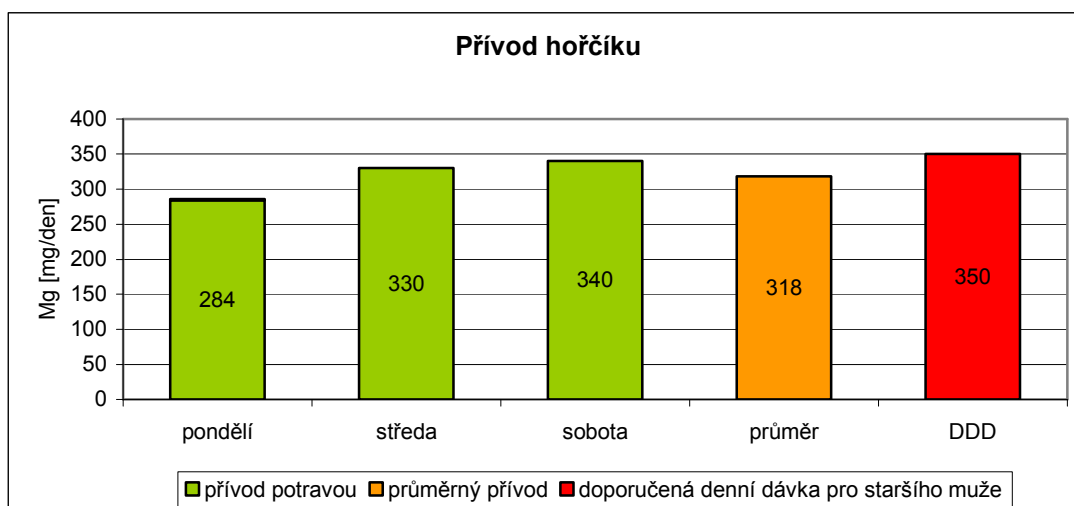
Její průměrný energetický příjem téměř odpovídá potřebám kojící ženy. Mohla by však zvýšit příjem sacharidů na úkor tuků. Doporučila bych zařadit více zeleniny a zakysaných mléčných výrobků. Vyvarovat by se měla smaženým pokrmům, které obsahují nadbytečné množství tuků. Kojící ženy by měly konzumovat dostatek potravin s n-3 nenasycenými mastnými kyselinami. Tyto mastné kyseliny jsou důležité pro vývoj mozku dítěte a jsou obsaženy v rostlinných olejích (řepkovém, sojovém, lněném) a rybách. Paní Petra ve svém jídelníčku ani jednou nezařadila rybu. Proto bych doporučila alespoň 2 krát týdně zařadit rybí maso, nejlépe tučných mořských ryb a také používat rostlinné oleje s vysokým množstvím těchto mastných kyselin. Jinak je jídelníček poměrně vyvážený, paní Petra se stravuje pravidelně 5 krát denně, má dostatek ovoce a potravin, které jsou kvalitním zdrojem bílkovin.

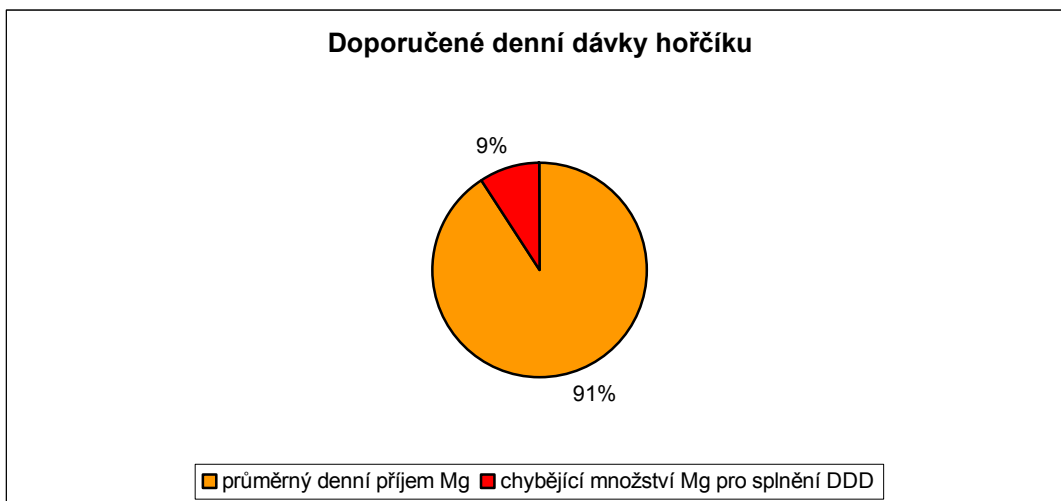
PAN MIROSLAV P.

Muž ve věku 82 let, měří 164 centimetrů a tělesnou hmotnost si dlouhodobě udržuje na 83 kilech. Jedná se o aktivního důchodce, který je plně soběstačný. V roce 1980 prodělal operaci žlučníku. Jeho momentální zdravotní stav je vzhledem k věku uspokojivý. Má hypertenzi, užívá antihypertenzivum Prestarium Combi, jednu tabletu denně ráno. Netrpí žádnou alergií, ani potravinovou intolerancí. Užívá potravinové doplňky stravy: Occutein, jednu tabletu ráno a Proenzi 3, jednu tabletu ráno. Žádný z těchto doplňků stravy neobsahuje hořčík. Nekouří a alkohol pije pouze příležitostně.

Výsledky:

	Energie	Sacharidy	Tuky	Bílkoviny	Hořčík
pondělí	4 738 kJ	159 g	38 g	32 g	284 mg
středa	5 977 kJ	152 g	53 g	46 g	330 mg
sobota	6 830 kJ	155 g	66 g	60 g	340 mg
průměr	5 848 kJ	155 g	52 g	46 g	318 mg
DDD	8 400 kJ	305 g	55 g	65 g	350 mg





Hodnocení a doporučení:

Průměrný denní přívod hořčíku u pana Miroslava je 318 mg, což je 9 % pod hranicí denní doporučené dávky hořčíku pro staršího muže. Chybějící množství ke splnění denní doporučené dávky 350 mg sice není velké, ale vzhledem k faktu, že se jedná o muže s hypertenzí, je i menší nedostatek hořčíku nežádoucí.

Jeho průměrný energetický příjem je 5848 kJ, avšak doporučený příjem energie pro staršího muže je o něco vyšší – 8400 kJ. Pan Miroslav však má BMI 30,6, tudíž trpí nadváhou. Proto bych v jeho případě příjem energie rozhodně nezvyšovala. Přijímá pouze 14 g vlákniny, to je přibližně 50 % z množství vlákniny, které je doporučeno. Denní příjem tuků odpovídá doporučeným dávkám, příjem bílkovin je o něco nižší než je doporučený. V jeho jídelníčku se téměř neobjevuje zelenina, ovoce jen zřídka a vůbec nekonzumuje mléčné výrobky. Jí pouze 3 krát denně a jídelníček není moc pestrý, často se v něm objevují uzeniny – párky a salámy.

Pro zvýšení přívodu hořčíku bych doporučila zařazovat do jídelníčku více rostlinných produktů, které jsou bohatým zdrojem hořčíku. Výborným zdrojem je tmavě zelená zelenina, ořechy a semínka. Minerální vody mohou také být příspěvkem k doplnění hořčíku. Celkově bych doporučila přijímat více zeleniny a ovoce. Obyčejné bílé pečivo lze nahradit celozrnným, které obsahuje více hořčíku i více vlákniny, která je také přijímána v nedostatečném množství. Občas by se měly zařadit do jídelníčku luštěniny, které jsou zdrojem hořčíku, ale i zdrojem bílkovin. Dále bych doporučila konzumovat alespoň jednou denně mléčné výrobky – podle chuti jogurty, kefíry, jogurtová mléka. Stravu bych rozdělila do více dávek denně a bylo by ideální, kdyby

pokrmu nebyly monotónní, ale pestré. Ve stáří je také důležitý pitný režim, protože staří lidé nemají pocit žízně a mohou být rychle dehydratováni. Proto bych doporučila častěji pít. Vhodná je čistá voda, čaje, či minerální vody. V tomto případě by byla nejvhodnější minerální voda Magnesie, která je významným zdrojem hořčíku (179 mg/l) a přitom obsahuje nízké množství sodíku (5,06 mg/l).

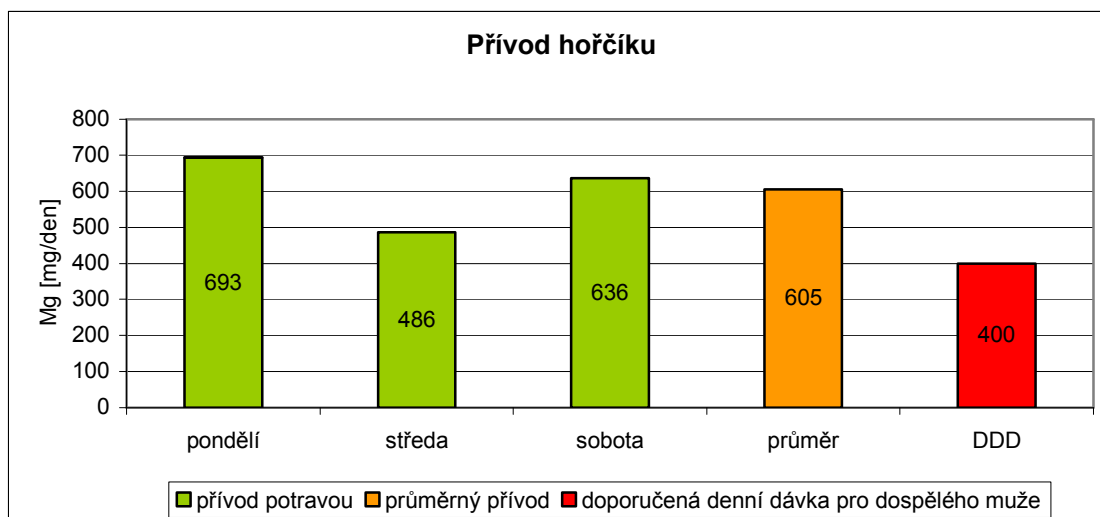
PAN LUKÁŠ M.

Dospělý muž, 23 let, který pracuje jako trenér ve fitnesscentru. Jeho výška je 184 centimetrů a tělesná hmotnost 102 kilogramů. V minulosti prodělal různé zlomeniny prstů a žeber. Momentálně je jeho zdravotní stav dobrý. Netrpí žádnou alergií na léky, ani na potraviny, neobjevila se u něj žádná potravinová intolerance a nedodrhuje žádný alternativní směr stravování. Většinu hlavních jídel konzumuje v restauracích a podobných stravovacích zařízeních. Neužívá žádné léky, ani potravinové doplňky. V pracovní dny, kdy je ve fitnesscentru, popíjí iontové nápoje Unisport, cca 2 litry denně. Kouří přibližně 3 cigarety denně. Příležitostně vypije větší množství alkoholu, pivo konzumuje pravidelně (cca 0,5-1 litr denně).

Výsledky:

	Energie	Sacharidy	Tuky	Bílkoviny	Hořčík
pondělí	16 506 kJ	486 g	126 g	151 g	693 mg
středa	17 230 kJ	507 g	164 g	155 g	486 mg
sobota	17 421 kJ	545 g	134 g	171 g	636 mg
průměr	17 052 kJ	513 g	141 g	159 g	605 mg
DDD*	14 589 kJ	520 g	100 g	85 g	400 mg

* Pozn.: Jako DDD energie, sacharidů, tuků a bílkovin pro tohoto člověka jsem nepoužívala návrh výživových doporučených dávek pro českou populaci. Potřebné množství energie jsem vypočítala podle Harris-Benedictovy rovnice. Množství sacharidů jsem stanovila 5g/kg/den, tuky 1g/kg/den a bílkoviny 0,8g/kg/den (59).



Hodnocení a doporučení:

Průměrný denní přívod hořčíku u pana Lukáše byl 605 mg. Je to dávka, která značně převyšuje doporučenou denní dávku, která je stanovena na 400 mg hořčíku pro dospělého muže. Sice neužívá žádné doplňky stravy, ale v pracovní dny užívá tzv. potravinu určenou pro zvláštní výživu – iontové nápoje. Iontové nápoje jsou vhodné pro sportovce, protože dodávají tělu energii, minerální látky a vodu. V tomto případě se však nejedná o žádného vrcholového sportovce. Jen samotnou denní stravou přijímá nadbytečné množství energie a minerálních látek. Proto 2 litry iontových nápojů denně nejsou v tomto případě moc vhodné. Úplně by stačilo doplňovat do organismu při cvičení pouze vodu, takže vhodná by byla neperlivá pitná voda.

Jeho průměrný denní energetický příjem je 17052 kJ, což o 2000 kJ převyšuje jeho potřebu. Jídelníček neodpovídá správné výživě, často se v něm objevují uzeniny, smažené pokrmy, fast-foodová jídla, slazené limonády. Naopak chybí zelenina a celozrnné výrobky. Z toho důvodu je jeho denní příjem tuků a bílkovin také nadbytečný. U bílkovin je dokonce příjem dvojnásobný, než je doporučováno. Pro profesionální silové sportovce je doporučován příjem bílkovin 1,2-1,4 g/kg tělesné hmotnosti. Pan Lukáš není profesionální sportovec a jeho skutečný příjem bílkovin je 1,5 g/kg. Dlouhodobý příjem nadbytečného množství bílkovin vede ke zbytečnému zatěžování ledvin a celého organismu (56).

Doporučovala bych jeho příjem alespoň o těchto 2000 kJ snížit a změnit skladbu stravy, protože dlouhodobý nadbytečný příjem energie, tuků, ale i bílkovin by mohl vést k nadměrné tělesné hmotnosti. Místo smažených pokrmů jsou vhodnější vařené, dušené

nebo pečené. Jídel z fast-foodů by se měl vyvarovat úplně. Do jídelníčku bych častěji zařadila zeleninu a bílé pečivo nahradila celozrnným. Sladké limonády typu coca-cola obsahují nadbytek cukrů a energie. Vhodnější jsou minerální vody, neperlivá voda, čaje, ředěné ovocné či zeleninové džusy.

12.5 Diskuze

Výsledky praktické části poukázaly na snížený přívod hořčíku potravou u rizikových skupin. Těhotná a kojící žena však nedostatečný přívod hořčíku stravou kompenzovaly užíváním potravinových doplňků. U starého člověka byl přísun hořčíku kolem 90 % z doporučené denní dávky pro muže nad 60 let. V tomto případě lze nedostatek hořčíku řešit buď zvýšením konzumace potravin s vyšším obsahem hořčíku, což by bylo v dané situaci lepší, nebo přistoupit na doplnění denní dávky pomocí doplňků stravy. Doporučila bych dvousložkové doplňky stravy, které obsahují hořčík v kombinaci s vápníkem. Tento muž totiž přijímá nejen nízké množství hořčíku, ale i vápníku. U mladého sportujícího muže byl zjištěn denní přívod hořčíku stravou dokonce o 50 % vyšší, než je doporučená denní dávka.

Pro přesnější zhodnocení stavu výživy u vybraných respondentů by bylo vhodnější dlouhodobější sledování jejich výživových zvyklostí. Vhodnější by bylo zvolit metodu 7 denního záznamu, či 7 denního recallu. Vybrané tři dny v týdnu totiž nemusely být pro vybrané jedince typické. Dále je nutné poukázat na to, že u těhotné a kojící ženy a též u staršího muže byl porovnáván jejich energetický příjem a příjem základních živin s návrhem doporučených denních dávek SPV. Tento návrh doporučených denních dávek je obecný a nezohledňuje některé důležité faktory, které hrají při posuzování nutriční spotřeby velkou roli. Mezi tyto faktory patří tělesná hmotnost, výška, či aktivita daného jedince. Pro přesnější zhodnocení je vhodné stanovit pro každého jedince individuální potřebu energie a základních živin.

Podle studie monitorující výživovou situaci seniorů v některých evropských zemích jsou poměry příjmu minerálních látek nevyvážené. Dalo by se říci, že čím je člověk starší, tím má nižší přívod hořčíku potravou. Další průzkum prováděný u rakouských seniorů přinesl obdobné výsledky: příjem potravin s vysokým obsahem minerálních látek, mezi které patří zelenina, obiloviny, mléko a mléčné produkty, byl u nich nedostatečný, to mělo za následek, že přívod některých vitaminů a minerálních

látek včetně hořčíku byl neadekvátní. Nízký byl také příjem sacharidů a vlákniny. Naopak příjem tuků se pohyboval kolem 38 % z celkového množství energie (16, 17).

Obdobné výsledky vyšly i u pana Miroslava. U něj byl přívod hořčíku potravou také snížený, velice nízký byl příjem vlákniny. Odborníci doporučují příjem vlákniny 30 g/den a u pana Miroslava byl průměrně pouze 14 g/den. Pro zvýšení příjmu vlákniny je vhodné do jídelníčku zařazovat obiloviny, luštěniny, ovoce a zeleninu. Příjem lze také zvýšit různými doplňky stravy obsahující vlákninu. Na téma vlákniny ve spojitosti s hořčíkem byla prováděná zajímavá studie týkající se chitosanu. Chitosan je přírodní aminopolysacharid získávaný z koster mořských živočichů a může být užíván jako zdroj vlákniny. Původně se však předpokládalo, že by užívání chitosanu mohlo vést ke sníženému vstřebávání vápníku a hořčíku. Tato studie tento předpoklad nepotvrdila a navíc se prokázalo, že užívání chitosanu snižuje hladinu tuků v krvi u starších pacientů trpících hyperlipidemií (24).

Nedostatek hořčíku může u starších lidí významně přispívat k rozvoji různých chronických nemocí. Jedna americká studie například uvedla, že snížený přívod hořčíku je nepřímo spojen s rizikem vzniku metabolického syndromu u starších lidí. V USA bylo zjištěno, že metabolický syndrom má více než 40 % lidí starších 60 let. I v rámci této studie se potvrdilo, že starší lidé, kteří neužívají doplňky stravy, nemusí přijímat dostatečné množství hořčíku potravou. Výsledky ukázaly, že průměrný přívod hořčíku potravou byl 293 mg u mužů a 245 mg u žen a pouze 14,6 % respondentů užívalo doplňky stravy obsahující hořčík. Opět bylo zdůrazněno, že je u starších lidí velice důležité, aby konzumovali potraviny s vysokým obsahem hořčíku, mezi které patří celozrnné výrobky, luštěniny a zelená listová zelenina (28).

V Hradci Králové probíhala několikaletá studie zaměřená na výživu těhotných žen. Sledoval se zde příjem energie a živin, ale také některých minerálních látek. Přívod hořčíku potravou bohužel nebyl zohledněn. Byly pouze vyhodnoceny hladiny hořčíku v krvi. Jak už bylo dříve popsáno, tak plasmatická hladina hořčíku nepatří mezi citlivé ukazatele stavu tohoto iontu v organismu. I když naměřená průměrná hodnota hořčíku v plasmě u těhotných žen byla 0,7194 mmol/l. Fyziologická norma je 0,75 – 0,96 mmol/l. Znamená to, že plasmatická hladina hořčíku u těhotných byla snížena, z toho lze vyvodit, že u těchto žen byl i nižší přívod hořčíku potravou. V České republice je odhadovaný nutriční přívod u těhotných žen 35-58 % z doporučené denní dávky (20, 58).

Podle Turnera je přívod u amerických gravidních žen odhadován na dvě třetiny z RDA. Nedostatečný příjem hořčíku v těhotenství je dáván do souvislosti: s vyšší

potratovostí, patologicky probíhajícím těhotenstvím, předčasnou děložní činností, těhotenskou hypertenzí a u novorozenců s větším počtem vrozených vad, syndromem náhlého úmrtí dítěte. Například hypertenze podle The American Society of Hypertension komplikuje 5 až 7 % těhotenství. Tyto komplikace mohou ohrozit život matky i dítěte. Zvýšený krevní tlak v těhotenství vede k preeklampsii, podle epidemiologických studií v USA se preeklampsie rozvine u 3,7 % těhotných žen. Preeklampsie je jednou z hlavních příčin předčasného porodu a také může hrát roli v rozvinutí kardiovaskulárních a metabolických onemocnění. Z těchto důvodů jsou těhotné ženy rizikovou skupinou a měly by dbát na dostatečný přívod hořčíku (26, 48, 49).

Studie tykající se přívodu hořčíku u různých skupin obyvatel v různých zemích potvrdily, že mezi velmi rizikové skupiny opravdu patří těhotné a kojící ženy a staří lidé. Obdobné výsledky jsou zřejmé i z mého průzkumu. Nejvíce ohrožen potencionálním nedostatkem hořčíku byl starší muž. Na druhou stranu lidé bez zdravotního omezení přijímající plnohodnotnou stravu, jsou schopni zajistit potřebný přívod hořčíku pouze potravou a není u nich nutné užívat doplňky stravy.

13 ZÁVĚR

Všechny uvedené poznatky o hořčíku svědčí o tom, že bychom mu v naší výživě měli věnovat velkou pozornost. Nedostatek hořčíku způsobuje řadu nepříznivých efektů na náš organismus. Mimo jiné přiměřené množství hořčíku hraje roli v prevenci chronických onemocnění, podporuje imunitní systém a přispívá ke správnému fungování celého organismu. Toto jsou argumenty pro to, abychom důkladně sledovali, zda každý člověk splňuje své potřeby hořčíku v organismu. Pro zdravé fungování organismu je samozřejmě nutné přijímat v dostatečné míře i ostatní živiny.

Podle epidemiologických studií v České republice a v dalších zemích se dospělo k závěru, že příjem hořčíku potravou není u všech osob dostatečný. Chronickým nedostatkem jsou ohroženy hlavně rizikové skupiny, mezi které patří těhotné a kojící ženy, staří lidé a také lidé s různými onemocněními. U těchto skupin osob by se měl klást ještě větší důraz na dostatečný příjem hořčíku. Nelze-li doporučených denních dávek dosáhnout potravou, lze přistoupit na užívání doplňků stravy.

Použitá literatura:

1. ALLEN, L. – CABALLERO, B. – PRENTICE, A. *Encyklopedia of human nutrition*. 2nd. Edition. Elsevier, 2005, 538 p. ISBN 0-12-150110-8.
2. ALPERS, D.H. et al. *Manual of nutritional therapeutics*. 5th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008, 642 p. ISBN 9780781768412.
3. BLATNÁ, J. aj. *Výživa na začátku 21. století*, Praha: Společnost pro výživu Nadace NutriVIT, 2005, 79 s. ISBN 80-239-6202-7.
4. BOOMSNA, D. The magic magnesium. *International Journal of Pharmaceutical Compounding*, 2008, vol. 12, no. 4, p. 306-309.
5. BOWMAN, B.A. – RUSSEL, M.R. *Present knowledge in nutrition*. 8th. edition. Washington, DC.: ILSI Press, 2001, 805 p. ISBN 1-57881-107-4.
6. BRODY, T. *Nutritional biochemistry*. 2nd. edition. California, Berkeley: Academic Press, 1999, 1006 p. ISBN 0-12-134836-9.
7. CERAL, J. Hořčík v kardiologii. *Lékařské zprávy Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Hradci Králové*, 1997, roč. 42, č. 3-4, s. 61-67.
8. CHIU, H.-F. et al. Relationship between magnesium levels in drinking water and sudden infant death syndrome. *Magnesium Research*, 2005, vol. 18, no. 1, p. 12-18.
9. COTTON, F. A. - WILKINSON, G. *Anorganická chemie: souborné zpracování pro pokročilé*. Praha: Academia, 1973, 1102 s.
10. COUDRAY, CH. – DEMIGNE, CH. – RAYSSIGUIER, Y. Effect of dietary fibers on magnesium absorption in animals and humans. *The Journal of Nutrition*. 2003, vol. 133, no. 1, p. 1-4.
11. CURIEL-GARCÍA, J.A et al. Hypomagnesemia and mortality in patients with type 2 diabetes. *Magnesium Research*, 2008, vol. 21, no. 3, p. 163-166.
12. DUGGAN, H. *Manual of pediatric nutrition*. 5th edition. BC Decker, 2005, Hamilton, 850 p. ISBN 1-55009-308-8.
13. DURLACH, J. et al. From the beginnings to today. *Magnesium Research*, 2004, vol. 17, no. 3, p. 163-168.
14. DURLACH, J. et al. New data on the importance of gestational Mg deficiency. *Magnesium Research*, 2004, vol. 17, no. 2, p. 116-125.

15. ESCOTT-STUMP, S. - MAHAN L.K. *Krause's food & nutrition therapy*. 12th. edition. Canada: Saunders Elsevier, 2008, 1352 p. ISBN 978-1-4160-3401-8.
16. FABIAN, E. – ELMADRA, I. Nutritional situation of the elderly in the European Union: Data of the European Nutrition and Health Report. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 2008, vol. 52, no. 1, p. 57-61.
17. FRITZ, K. – ELMADFA, I. Quality of nutrition of elderly with different degree of dependency: Elderly living in private homes. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 2008, vol. 52, no. 1, p. 47-50.
18. GREENWOOD, N.N. – EARNSHAW, A. *Chemie prvků. 1. díl*. Praha: Informatorium, 1993, 793 s. ISBN 8085427389.
19. HOLZBECHER, Z. et al. *Analytická chemie*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1974, 506 s.
20. HRONEK, M. *Výživa ženy v období těhotenství a kojení*. Praha: Maxdorf, 2004, 309 s. ISBN 8073450135.
21. KOPEC, K. *Tabulky nutričních hodnot ovoce a zeleniny*. 1. vyd. Praha: ÚZPI, 1998, 72 s. ISBN 8086153649.
22. KVASNIČKOVÁ, A. *Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě*, Praha: ÚZPI, 1998, s. 40-42. ISBN 8085120941.
23. LEDVINA, M. – STOKLASOVÁ, A. – CERMAN, J. *Biochemie pro studující medicíny. 2 díl*. Praha: Univerzita Karlova - Vydavatelství Karolinum, 2004, 562 s. ISBN 8024608502.
24. LIAO F.H. et al. Chitosan supplementation lowers serum lipids and maintains normal calcium, magnesium, and iron status in hyperlipidemic patients. *Nutrition Research*, 2007, vol. 27, no. 3, p. 146-151.
25. MAGNESIA. *Výtah z chemické analýzy Magnesia*. [cit. 2. dubna 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.magnesia.cz/main.php?pageid=50&lang=1>.
26. MARSHALL, D. et al. Hypertension in pregnancy. *The Journal of Clinical Hypertension*, 2009, vol. 11, no. 4, p. 214-225.
27. MARTÍNKOVÁ, J. *Farmakologie pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada, 2007, 379 s. ISBN 978-80-247-1356.
28. MCKEOWN N.M. et al. Dietary magnesium intake is related to metabolite syndrome in older Americans. *European Journal of Nutrition*, 2008, vol. 47, no. 4, p. 210-216.

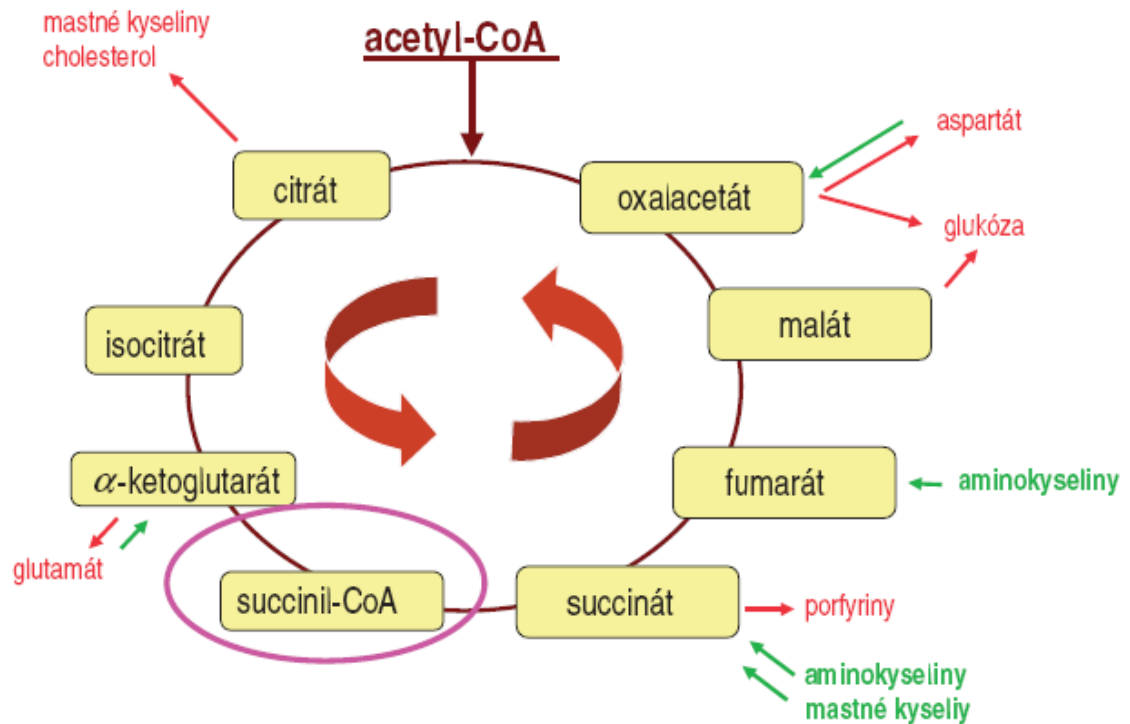
29. NECHIFOR, M. Magnesium in drug dependences. *Magnesium Research*, 2008, vol. 21, no. 1, p. 5-15.
30. NECHIFOR, M. et al. Magnesium influence on nicotine pharmacodependence and smoking. *Magnesium Research*, 2004, vol. 17, no. 3, p. 176-181.
31. NELMS, M. - SUCHER, K.P. - LONG, S. *Nutrition therapy and pathophysiology*. 1st edition, Wadsworth, 2007, 914 s. ISBN 9780534621544.
32. NEŠPOR, K. Alkohol a poruchy minerálního a vodního hospodářství. *Česko-slovenská psychiatrie*. 2005, roč. 101, č. 6, s. 331-332.
33. PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE. Tvrdost vody. [cit. 10. dubna 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.pvk.cz/tvrdost-vody.html>.
34. REMY, H. *Anorganická chemie. I. díl*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1961, 862 s.
35. ROMANI, A.M.P. Magnesium homeostasis and alcohol consumption. *Magnesium Research*, 2008, vol. 21, no. 4, p. 197-204.
36. SMETANA, R. Intravenous magnesium sulphate in acute myocardial infarction – Is the answer „MAGIC“? *Magnesium research*, 2003, vol. 16, no. 1, p. 65-69.
37. SONG, Y. et al. Relations of magnesium intake with metabolic risk factors and risks of type 2 diabetes, hypertension and cardiovascular disease. *Current Nutrition & Food Science*, 2005, vol. 1, no. 3, p. 231-234.
38. STEIDL, L. Magnezium donor zdraví a pohody. I.díl. *Interní medicína pro praxi*. 2001, roč. 3, č. 4, s. 150-152.
39. STEIDL, L. Magnezium donor zdraví a pohody. II.díl. *Interní medicína pro praxi*. 2001, roč. 3, č. 5, s. 202-204.
40. STEIDL, L. Magnezium donor zdraví a pohody. III.díl. *Interní medicína pro praxi*. 2001, roč. 3, č. 6, s. 267-269.
41. SZPI *Vyhláška č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin*. [cit. 10. dubna 2009] Dostupné na WWW: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1005983&docType=ART&nid=11307>.
42. SZU. *Hořčík*. [cit. 14. dubna 2009] Dostupné na WWW: <http://www.chpr.szu.cz/monitor>.
43. TÁBORSKÁ, E. - SLÁMA, J. *Lékařská chemie I*. Brno: Masarykova univerzita, 2001, 134 s. ISBN 8021025344.

44. TAKAYA, J. et al. Intracellular magnesium and insulin resistance. *Magnesium research*, 2004, vol. 17, no. 2, p.126-136.
45. TAKAYA, J. et al. Possible relationship between low birth weight and magnesium status: from the standpoint of „fetal origin“ hypothesis. *Magnesium Research*, 2006, vol. 19, no. 1, p. 63-69.
46. TAM, M. et al. Possible roles of magnesium on the immune system. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2003, vol. 57, p. 1193-1197.
47. TOUŽÍN, J. *Stručný přehled chemie prvků*. 1. vyd., Brno: Masarykova univerzita, 2001. 225 s. ISBN 8021026359.
48. TRICHE, E.W et al. Chocolate consumption in pregnancy and reduced likelihood of preeclampsia. *Epidemiology*, 2008, vol. 19, no. 3, p. 459-464.
49. TURNER, R.E. et al. Comparing nutrient intake from food to the estimated average requirements shows middle- to upper-income pregnant women lack iron and possibly magnesium. *Journal of The American Dietetic Association*, 2003, vol. 103, no. 4, p. 461-466.
50. UESHIMA, K. Magnesium and ischemic heart disease: a review of epidemiological, experimental, and clinical evidences. *Magnesium Research*, 2005, vol. 18, no. 4, p. 275-284.
51. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002, 303 s. ISBN 8086659011.
52. WALTI, M.K. et al. Urinary excretion of an intravenous ²⁶Mg dose as an indicator of marginal magnesium deficiency in adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2006, vol. 60, p. 147-154.
53. WHO *Environmental Health Criteria. Magnesium*. Geneva: World Health Organization, 2001, p. 217-226.
54. WIKIPEDIE. *Tvrdość vody*. [cit. 9.února 2009]. Dostupné na World Wide Web: http://cs.wikipedia.org/wiki/Tvrdość_vody.
55. WIKIPEDIE. *Chlorofyl*. [cit. 7.března 2009]. Dostupné na World Wide Web: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Chlorofyl>.
56. WILDMAN, R. – MILLER, B. *Sports and fitness nutrition*. Belmont: Thomson-Wardsworth, 2004, 509 s. ISBN 0534575641.
57. WILHELM, Z. Co je dobré vědět o hořčiku. *Praktické lékařství*. 2007, roč. 3, č. 3, s. 132-138.

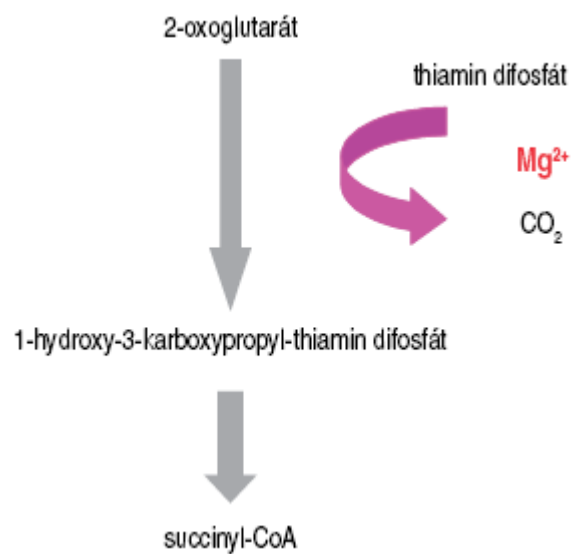
58. WILHELM, Z. *Úloha hořčiku ve fyziologických funkcích a v nemoci*. Habilitační práce. Brno: Masarykova univerzita, 2005, 142 s.
59. ZADÁK, Z. *Výživa v intenzivní péči*. Praha: Grada, 2002, 487 s. ISBN 8024703203.
60. ŽOFKOVÁ, I – NĚMČIKOVÁ, P. Stopové prvky a jejich vztah ke kostnímu metabolismu. *Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa*, 2008, roč. 11, č. 4, str. 172-176.

Přílohy:

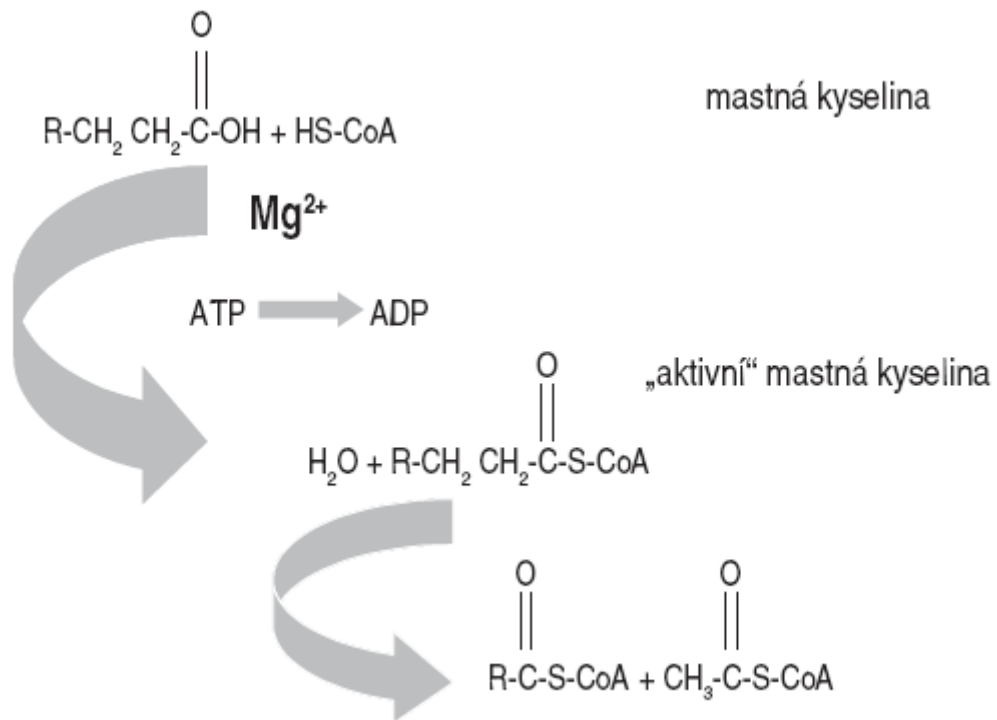
Obr. 1a: *Citrátový cyklus* (57).



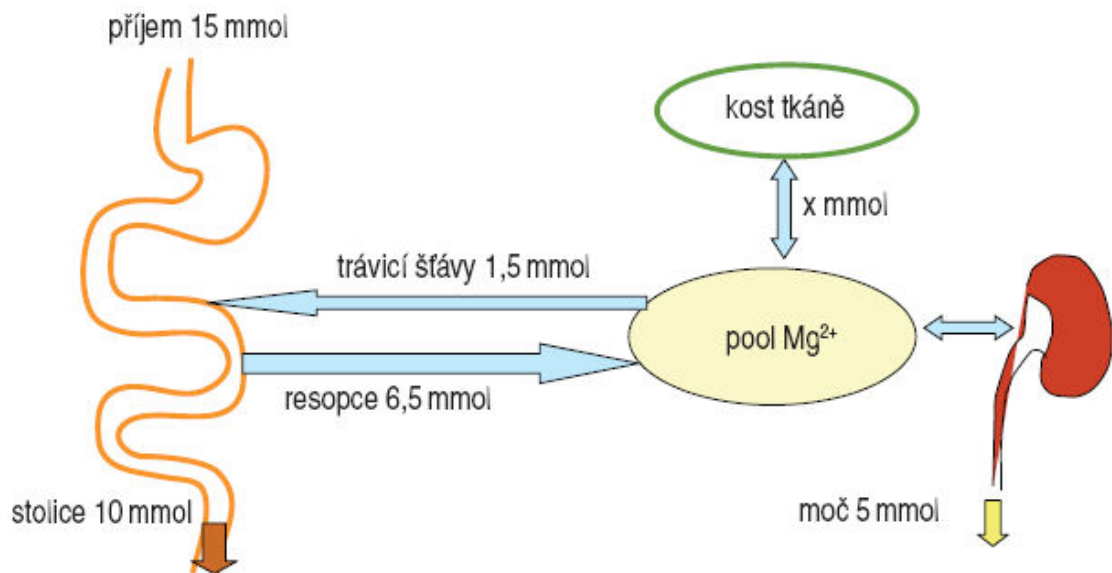
Obr. 1b: *Místo působení hořčičku v citrátovém cyklu* (57).



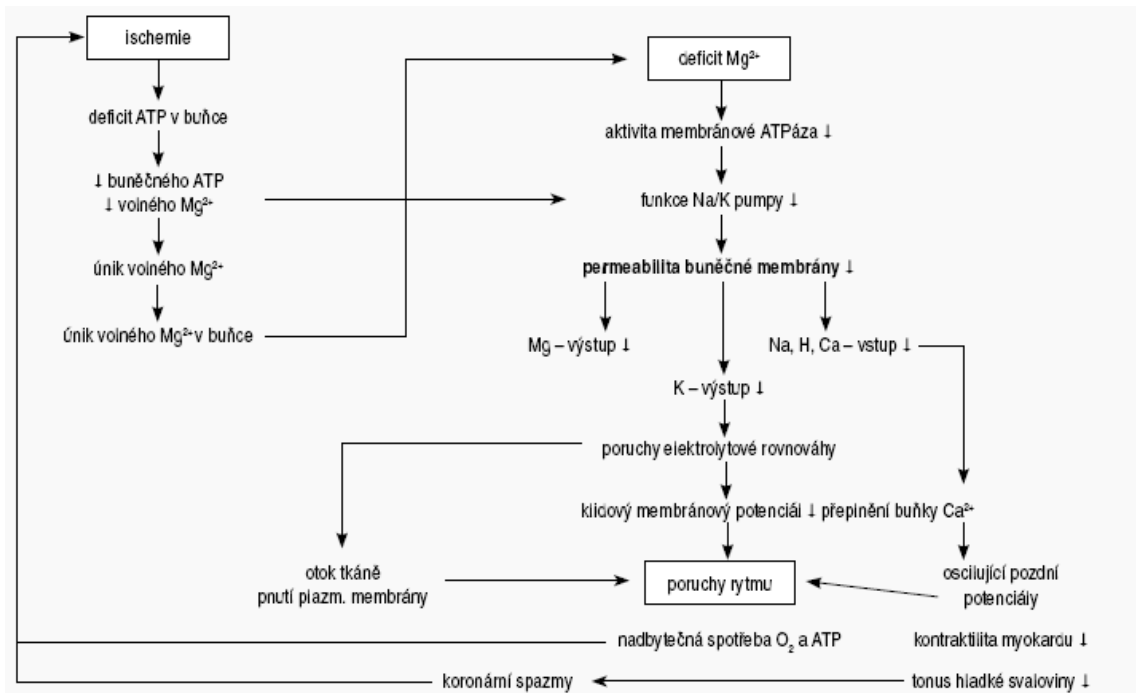
Obr. 2: Úloha hořčíku v oxidaci mastných kyselin (57).



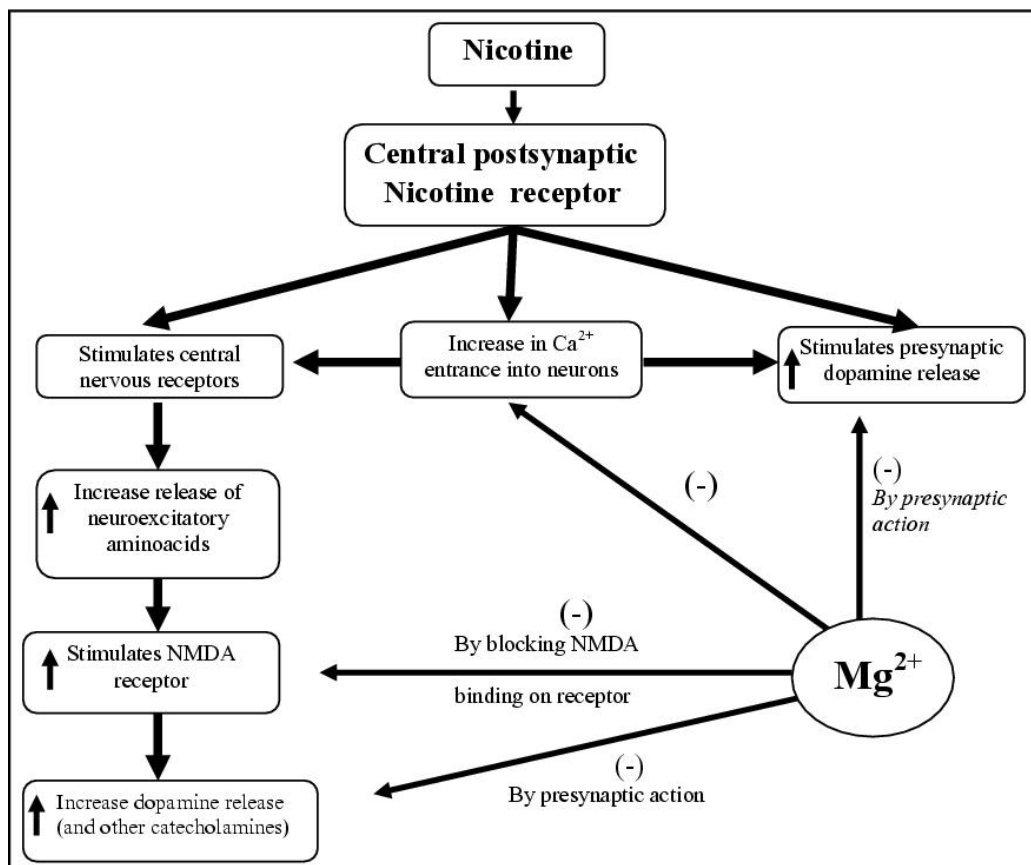
Obr. 3: Metabolismus hořčíku (57).



Obr. 4: Závislost koncentrace hořčíku v srdeční buňce na ischemii buňky myokardu (57).



Obr. 5: Závislost Mg²⁺ a nikotinu (30).



Tab. 1: Obsah hořčiku u ovoce a ořechů (21).

Skupina	Plodina	Obsah Mg v mg/kg plodiny
Jádrové ovoce	jablka	58
	hrušky	94
Peckové ovoce	broskve	90
	nektarinky	100
	meruňky	111
	třešně	94
	višně	133
	švestky	177
Drobné ovoce	angrešt	130
	rybíz červený	130
	rybíz černý	168
	maliny	180
	ostružiny	200
	borůvky	75
	brusinky	96
	šípky	550
	jahody	132
	hrozny	108
	Jižní ovoce - citrusy	pomeranče
mandarinky		144
citróny		112
grapefruity		102
ananas		160
kiwi		150
mango		130
papája		110
banány		193
Jižní ovoce - datle a fíky		datle čerstvé
	datle sušené	410
	fíky čerstvé	150
	fíky sušené	800
Ořechy	vlašské ořechy	2470
	lískové ořechy	1440
	arašídý	1500
	para	2390
	pistácie	1440
	kešu	2660
	mandle	2510
	kokosové ořechy	470
	pekan	1420
	piniové oříšky	2700

Tab. 2: Obsah hořčíku u zeleniny (21).

Skupina	Plodina	Obsah Mg v mg/kg
Košťálová zelenina	brokolice	240
	kapusta hlávková	176
	květák	118
	zelí bílé hlávkové	160
	zelí červené hlávkové	150
Kořenová zelenina	celer (bulva)	330
	červená řepa	130
	mrkev	210
	křen	240
	pastiňák	220
	petržel	516
	ředkev	260
	ředkvička	110
Listová zelenina	celer řapíkatý	250
	čekanka	130
	pekingské zelí	110
	špenát	460
	salát hlávkový	158
	salát římský	60
	salát ledový	50
	řeřicha	220
Naťová zelenina	celer - nať	426
	petržel - nať	410
Lusková zelenina	fazole	260
	hrášek	330
Plodová zelenina	lilek	109
	meloun cukrový	86
	meloun vodní	40
	okurka salátová	108
	okurka naklad.	150
	paprika červená	130
	paprika zelená	100
	rajčata	200
	tykev obecná	109
	cuketa	220
Cibulová zelenina	cibule čerstvá	191
	cibule šalotka	40
	česnek	219
	pažitka	440
	pór	134
Ostatní zelenina	chřest	200
	kukuřice	780
	kopr	1090
Brambory	brambory rané	140
	brambory pozdní	170

Tab. 3: *Hořčíková denzita (1).*

Potravina	hořčíková denzita (mg/MJ)
Zelenina (salát, brokolice)	211
Luštěniny (fazole)	113
Celozrné obilniny (pšenice)	104
Ořechy (mandle)	105
Ovoce (jablko)	30
Ryby (treska)	75
Maso (hovězí)	40
Mléko	38
Sýr	15
Vejce	18
Sušenky	10
Čokoláda	52

Tab. 4: *Množství potravy obsahující denní doporučenou dávku hořčíku (57).*

Potravina	Množství
pšeničné otruby	61 g
slunečnicová semínka	86 g
čočka	500 g
sušené meruňky	700 g
grahamový chléb	850 g
zelený hrášek, banány	1000 g
sýry - různé druhy	1000 g
minerálky bohaté na Mg	1000 g
maso - různé druhy	1500 - 1800 g
brambory, brokolice, hlávkové zelí	1500 g
ovoce	2400 g
plnotučné mléko, jogurt	3000 g

DOTAZNÍK

Jméno:

Pohlaví:

Věk:

Zaměstnání:

Výška:

Tělesná hmotnost:

Prodělaná závažná onemocnění:

Momentální zdravotní stav:

Alergie:

Trvale užívané léky (název, druh, kolikrát denně):

Užívané potravinové doplňky (název, kolikrát denně):

Kouříte? ne – ano

Pokud ano, počet cigaret za den:

Pijete alkohol? ne – příležitostně – pravidelně

JÍDELNÍ ZÁZNAMY

PONDĚLÍ	druh sněženého jídla/potraviny/nápoje¹	množství²
Snídaně		
Svačina		
Oběd		
Svačina		
Večeře		
Ostatní		

STŘEDA	druh sněženého jídla/potraviny/nápoje¹	množství²
Snídaně		
Svačina		
Oběd		
Svačina		
Večeře		
Ostatní		

SOBOTA	druh sněženého jídla/potraviny/nápoje¹	množství²
Snídaně		
Svačina		
Oběd		
Svačina		
Večeře		
Ostatní		

¹ vypsát konkrétní druh potraviny (pokud má, tak i obchodní název) - např: bílý jogurt Activia, banán, hovězí vývar s nudlemi, smažený kuřecí prsní řízek, tyčinka Margot, sušenky BeBe dobré ráno čokoládové, Coca cola, atd...

² pokud možno zvážit nebo přesněji specifikovat - gramy, mililitry, lžičky, lžíce, šálky,...