

Deficit selenu v populaci západních Čech

J. Kvíčala¹, V. Jiránek², J. Němeček¹, J. Čerovská¹, M. Dvořáková¹, R. Bílek¹

¹Endokrinologický ústav, Praha, ředitel doc. MUDr. Vojtěch Hainer, CSc.

²DataPro, Praha, ředitel ing. Václav Jiránek, CSc.

Souhrn: K určení stavu selenu a odhadu jeho příjmu v populaci nejzápadnějšího regionu ČR – Chebska – byly použity analýzy 241 sér, 404 močí a 30 vzorků vlasů náhodně vybraných osob obou pohlaví ve věku 6–65 let. Obsah selenu v séru a vlasech byl určen neutronovou aktivační analýzou (NAA) a selen v séru byl analyzován fluorimetricky. Jod v moči byl detekován metodou podle Sandell-Kolthoffa pro možnost určit současný deficit Se a I a korelace mezi těmito dvěma esenciálními prvky, nutnými pro biosyntézu, metabolismus a účinek hormonů štítné žlázy. Průměrné hodnoty indexů Se byly nízké ($55,4 \pm 13,8 \mu\text{g Se/l séra}$; $15,4 \pm 5,7 \mu\text{g Se/l moči}$; $13,6 \pm 6,0 \mu\text{g Se/mg kreatininu}$; $0,268 \pm 0,051 \mu\text{g Se/g vlasů}$). Tyto nízké hodnoty ukazují na deficit selenu v populaci Chebska. Statistické vyhodnocení výsledků získaných u jednotlivých skupin populace – chlapců, dívek, mužů, žen ukázalo signifikantní rozdíly podle věku, rozdíly mezi pohlavími byly nalezeny pouze u dětí. Rovněž mezi podskupinami podle věku a pohlaví (věk 6, 10, 13, 18–35, 36–45 a 50–65 let, obě pohlaví) byly nalezeny signifikantní a vysoce signifikantní rozdíly. Statistické vyhodnocení jodurie (průměr $126 \pm 65 \mu\text{g I/l moči}$) ukázalo na zásobení populace jodem ve spodním pásmu optima. Za použití korelační analýzy byly objeveny signifikantní korelace mezi selenem a jodem a mezi selenem a některými parametry tyroidálních hormonů a jejich vlivu na organismus.

Klíčová slova: selen v séru – selen v moči – selen ve vlasech – jod v moči – selenový deficit – hormony štítné žlázy – objem štítné žlázy – pulz – povrch těla – signifikantní korelace

Selenium deficiency of west bohemia population

Summary: To estimate status and intake of selenium in inhabitants of the most Western region of the Czech Republic (Cheb region) 241 serum, 404 urine and 30 hair samples from randomly selected persons in the age between 6 and 65 years is performed. Serum and hair samples were analysed by means of instrumental neutron activation analysis (INAA), while Se in urines was detected by means of fluorimetry. Urine iodine was determined in the same group by Sandell-Kolthoff method for the possibility to detect concomitant Se and I deficiency and/or correlations between these two essential trace elements necessary for metabolism of thyroid hormones. Average values of Se indexes are low ($55.4 \pm 13.8 \mu\text{g Se/L serum}$; $15.4 \pm 5.7 \mu\text{g Se/L urine}$; $13.6 \pm 6.0 \mu\text{g Se/g creatinine}$; $0.268 \pm 0.051 \mu\text{g Se/g hair}$) and prove Se deficiency in the searched population. Statistical evaluation of Se in subgroups of boys, girls, men and women proved significant differences as far as age is concerned, gender differences were found only between boys and girls. Some significant and highly significant differences were found also in subgroups according age and gender (males and females in the age of 6, 10, 13, 18–35, 36–49 and 50–65 years). On the other hand, urine iodine average value ($126 \pm 65 \mu\text{g/L}$) is on the lower optimum level. By the use of correlation analysis, slight but significant correlations were found between Se and I in urine and some of thyroid hormone parameters and their influence on the organism.

Key words: serum selenium – urine selenium – hair selenium – urine iodine – selenium deficiency – thyroid hormones – thyroid volume – heart rate – body surface – significant correlations

Úvod

Selenoproteiny mají v organismu několik ochranných a regulačních funkcí [1]. Deficit selenu je považován za rizikový faktor pro různá tzv. oxidační onemocnění [2], jako jsou kardiovaskulární onemocnění, malignity, záněty či neurologická onemocnění, protože s sebou přináší sníženou proteosyntézu selenoenzymů GSH

peroxidáz. Nedostatek selenu může rovněž nepříznivě ovlivnit imunitní odezvu organismu [3], syntézu tromboxanů, prostaglandinů, prostacyklinů a leukotrienů, pohyblivost a fertilitu spermií [4], v oblastech s nedostatečným příívodem Se je vyšší počet potratů [5]. V industrializovaných oblastech může být důležitá schopnost selenoproteinů eliminovat toxi-

citu těžkých jedovatých prvků, jako je Hg, Cd, As a další prvky, a byla zjištěna i schopnost selenosloučenin snižovat kancerogenitu organických karcinogenů přírodního i umělého původu [6]. Pro organismus je velmi důležitou funkcí regulace jodace tyreoglobulinu ve štítné žláze a dejodace tyreomimeticky málo aktivního tyroxinu na aktivní trijódtyronin. Obě

Tab. 1. Materiál a průměrné výsledky u obyvatel Chebska.

materiál	pohlaví	věk [roky]	počet osob	průměr ± S.E. [μg Se/l]	optimum [μg Se/l]
Se v séru	m,f	6–65	259	56,6 ± 14,6	90–150
Se v moči	m,f	6–65	395	15,1 ± 5,6	40–100
Se/kreatinin v moči*	m,f	6–65	386	13,4 ± 5,7*	40–100
Se ve vlasech**	m	36–49	30	0,276 ± 0,053**	0,36–0,6
I v moči	m,f	6–65	579	126 ± 65	100–200

*[μg/g]; **[μg/g]; S.E. – standardní odchylka

tyto funkce mohou být při nedostatku selenu zasaženy, zejména při současném nedostatku selenu a jodu [7,8].

Nejčastěji užívaným indexem stavu selenu v organismu je jeho koncentrace v séru, ev. plazmě [9]. Optimální sérová koncentrace je mezi 90 a 150 μg Se/l séra či plazmy. Byla odvozena z epidemiologických studií a ze sledování koncentrací některých selenoproteinů při zvyšujícím se příjmu selenu [10,11]. Dalším používaným parametrem je koncentrace Se v moči – tubulární retence/exkrece je totiž nejdůležitějším regulačním mechanismem hospodaření organismu se selenem [9]. Daleko přesnější je však jeho 24hodinová exkrece, neboť bylo zjištěno, že u populací s nízkým a středním příjmem selenu je 50–60 % přijatého selenu vylučováno močí [9, 12]. Toto pozorování se shoduje celkem dobře s denní exkrecí okolo 25 až 35 μg Se/den v západoevropských státech [13]. Někteří autoři doporučují místo selenurie používat koncentraci Se v moči dělenou koncentrací kreatininu v moči jako korekci denních variací [14]. Koncentrace selenu ve vlasech je často užívána při epidemiologickém výzkumu v Číně [15,16].

Cílem práce bylo zjistit stav selenu v populaci nejzápadnějšího regionu ČR, dále zjistit rozdíly mezi pohlavími a věkovými skupinami. Součástí práce bylo též porovnat stav selenu a jodu a zjistit vliv předpokládaného selenového deficitu na metabolismus thyroideálních hormonů a některých dalších parametrů, které by mohl ne-

dostatek selenu v součinnosti se změnami v metabolismu hormonů štítné žlázy ovlivnit.

Stav selenu v populaci (obě pohlaví, věk 6–65 let) nejzápadnějšího regionu ČR byl určen analýzami 3 indexů jeho stavu – koncentrací selenu v séru, v moči a ve vlasech. Příjem byl odhadnut podle exkrece selenu močí. Byly sledovány rozdíly ve stavu selenu mezi pohlavími i různými věkovými kategoriemi. U stejných osob byl analyzován i jod v moči pro odhad jeho denního příjmu a jeho vztahu k selenu, thyroideální hormony a vybrané antropometrické veličiny.

Materiál a metody

Byly použity chemikálie, biologické referenční materiály a přístroje, popsané dříve [8]. Navíc byl použit při analýzách vlasů referenční materiál CRM human hair GBW 07601 (IGGE, Langfang, Čína).

Krevní sérum a vlasy byly analyzovány instrumentální neutronovou aktivací analýzou (INAA) postupem popsaným dříve [17,18]. Sérum bylo po lyofilizaci a zatavení do křemenné ampule podrobno ozáření neutrony ($7 \times 10^{13} \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 20 hod). Po 5 týdnech vymírání interferující radioaktivity byl ozářený vzorek rozpuštěn ve směsi HNO_3 a HClO_4 a radioaktivita měřena multikanálovým systémem Silena, Milano, Itálie, který sestával z multikanálového analyzátoru MB 7329/s-16K s koaxiálním HPGe detektorem (relativní účinnost 34,6 % a FWHM 1,87 keV pro 1,33 MeV). Program Silgamma byl

použit pro kvantitativní analýzu píků. Pro kontrolu kvality analýzy byly použity: a) lidské sérum druhé generace, b) IAEA SRM Animal Muscle H-4, c) IGGE CRM Human Hair GBW 07601. Získané výsledky: a) 1,06 μg Se/g lyofilizovaného séra (deklarovaná koncentrace 1,05 μg), b) 0,29 μg Se/g lyofilizovaného svalu (certifikováno 0,28 μg), c) 0,60 μg Se/g lyofilizovaných vlasů (certifikováno 0,60 μg).

Selen v moči byl určován fluorimetricky po rozkladu organických látek na mokré cestě, jak bylo popsáno dříve [8]. 400 ul moči bylo rozloženo ve směsi HNO_3 a HClO_4 a zbytek HNO_3 odkouřen. Se^{6+} byl převeden na Se^{4+} koncentrovanou HCl . EDTA byl použit k maskování dvojmocných iontů. Komplex Se^{4+} s 2,3-diaminonaftalen- HCl byl extrahován do cyklohexanu a měřen fluorimetricky (excitace 378 nm, emise 520 nm). SRM Se 3149 NIST byl použit pro kalibraci a pro kontrolu kvality analýzy byl koanalyzován standard Lymphochek Urine Metal Control (Human) L1 – výsledná koncentrace 64 μg Se/l (akceptovatelné rozmezí 55,4–83,2 μg/l).

Spektrofotometrická metoda určování jodu byla použita po alkalické destrukci organických látek v moči. Kreatinin byl měřen bio-testem Lachema – reakcí kyseliny pikrové s kreatininem v alkalickém prostředí s následným spektrofotometrickým měřením. Thyroideální hormony byly analyzovány chemoluminiscenčně

Tab. 2. Průměry ve skupinách podle věku a pohlaví.

	Se v séru			Se v moči			Se/kreatinin v moči			I v moči		
	Počet	Průměr	S.E.	Počet	Průměr	S.E.	Počet	Průměr	S.E.	Počet	Průměr	S.E.
chlapci	65	53,1	11,7	101	16,1	5,3	100	14,9	5,0	120	141	64
dívky	59	41,8	10,8	90	15,5	5,7	86	16,1	7,4	112	125	68
muži	68	64,1	11,7	92	14,2	5,0	89	10,1	4,1	119	127	70
ženy	67	65,5	10,6	112	14,7	6,0	111	12,5	4,4	228	119	61

počet – počet analýz; S.E. – standardní směrodatná odchylka

signifikantní rozdíly ($p < 0,05$) Se v séru: děti-dospělí; chlapci-muži; dívky-ženy; chlapci-dívky

Se v moči: děti-dospělí; boši-muži

Se/kreatinin: chlapci-muži; dívky-ženy

laboratorními kity společnosti Roche Diagnostics.

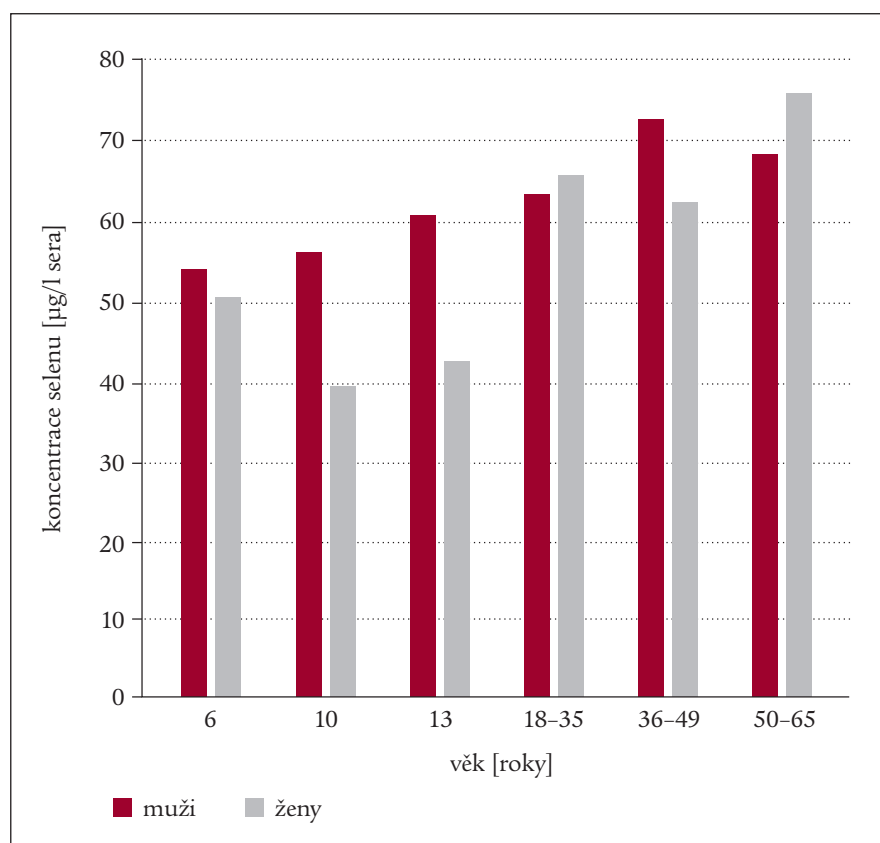
Analytické výsledky byly zpracovávány klasickými statistickými metodami. Pro určení závažnosti rozdílů byl použit Studentův t-test, pro zjištění korelací byly použity Pearsonova a Spearmanova korelace.

Pro analýzu selenu bylo použito 241 krevních sér a 404 močí náhodně vybraných osob obou pohlaví z regionu Cheb ve věku mezi 6 a 65 roky a pro analýzu Se ve vlasech vzorků vlasů od 30 mužů. Jod a kreatinin byly měřeny v odpovídajících močích pro přepočet koncentrace Se na poměr Se/kreatinin a pro zjištění korelací mezi selenem a jodem.

Výsledky a diskuse

Stav selenu byl sledován u 410 náhodně vybraných obyvatel nejzápadnějšího regionu ČR analýzami koncentrací Se v séru, moči a u 30 mužů i analýzami vlasů. Koncentrace Se v moči byla rovněž přepočtena na obsah kreatininu v moči. Aritmetické průměry indexů Se u obyvatel regionu ve věku 6–65 let jsou shrnuty v tab. 1.

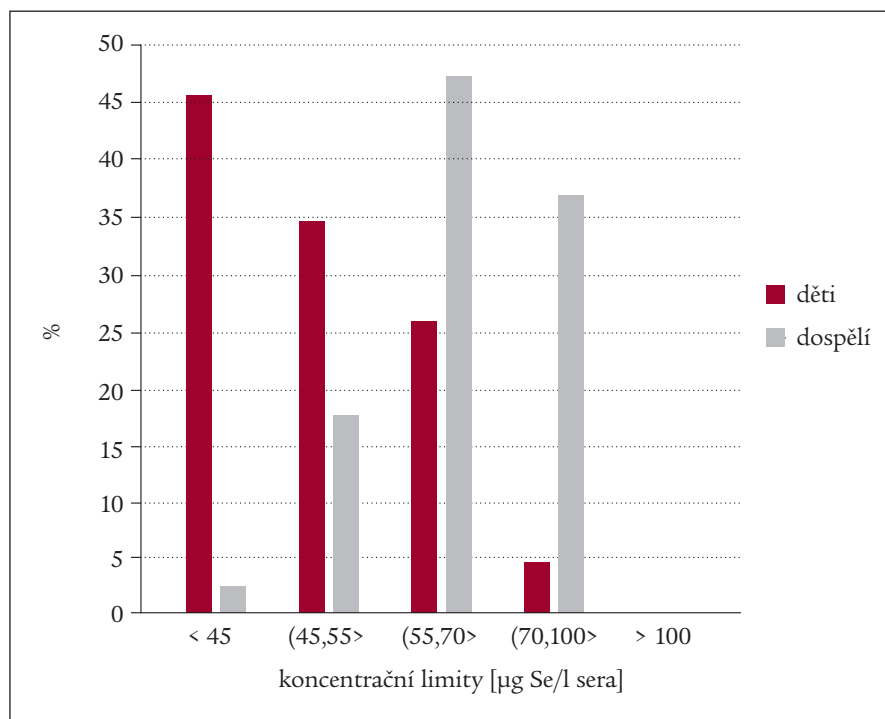
Nejčastěji sledovaným a porovnávaným parametrem stavu selenu v organismu je jeho koncentrace v séru [1,9,19]. Rozdíly mezi skupinami chlapců, dívek, mužů a žen dosáhly vysoké signifikance ($p < 0,0001$), s výjimkou malého nesignifikantního rozdílu mezi muži a ženami (tab. 2). Výsledky získané pro jednotlivé vě-

**Graf 1. Koncentrace selenu v séru ve skupinách podle věku a pohlaví.**

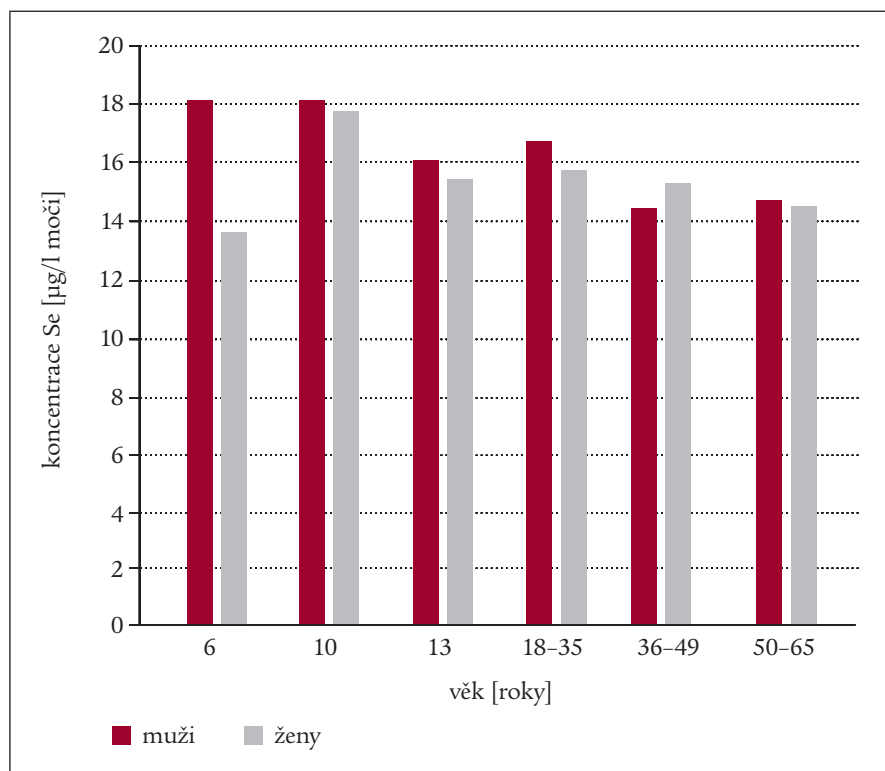
kové skupiny obou pohlaví jsou ukázány na graf 1. Signifikantní rozdíly ($p < 0,05$) mezi pohlavími byly nalezeny pro věk 10 a 13 let a mezi muži a ženami ve skupinách 36–49 a 50 až 65 let. Porovnání podle věku probandů odhalilo signifikantní rozdíly mezi skupinami dívek ve věku 6 a 10 let, mezi dívkami a ženami, a mezi skupinami žen. Jednotlivé věkové skupiny chlapců se mezi sebou signifikantně nelišily a u mužů byly signifikant-

ní rozdíly nalezeny pouze mezi skupinou ve věku 18–35 let a 36–49 let. Signifikantní byly rovněž rozdíly mezi 6letými chlapci a skupinami mužů. Tyto výsledky se shodují s dříve získanými výsledky některých dalších regionů ČR [20,21], ale i v ČR jsou regiony s většími a signifikantnějšími rozdíly mezi sledovanými skupinami [22,23].

U všech skupin objevené nízké hladiny sérového selenu ukazují na vážný



Graf 2. Frekvence koncentrace selenu v séru.



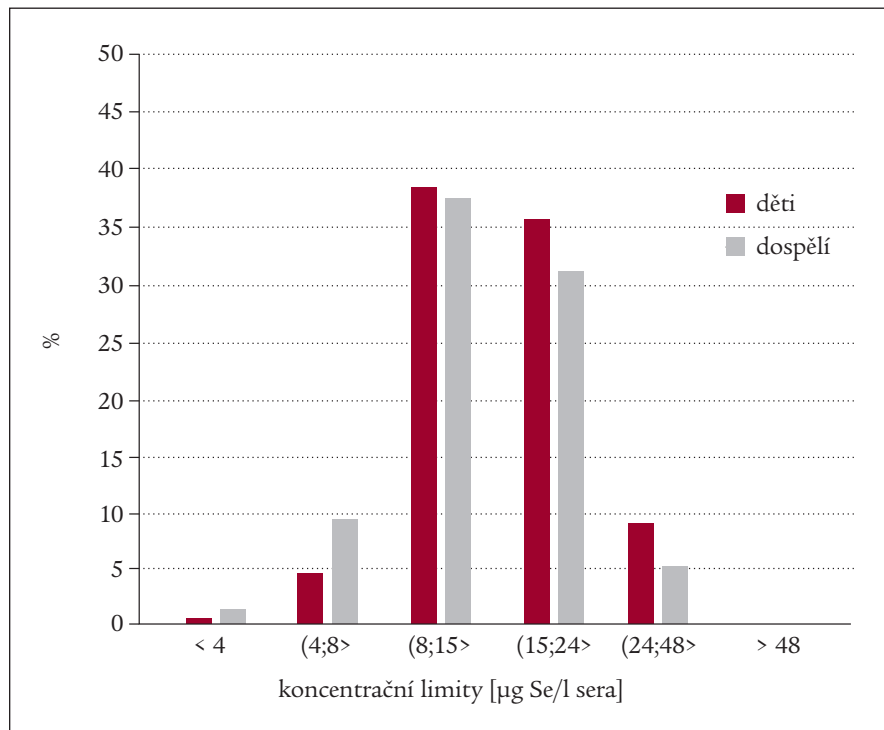
Graf 3. Koncentrace selenu v moči ve skupinách podle věku a pohlaví.

deficit selenu v populaci Chebska. Tento závěr je podpořen frekvenčním rozdělením koncentrací selenu v sérech dětí i dospělých (graf 2). Silný deficit (pod $20 \mu\text{g Se/l sera}$) se

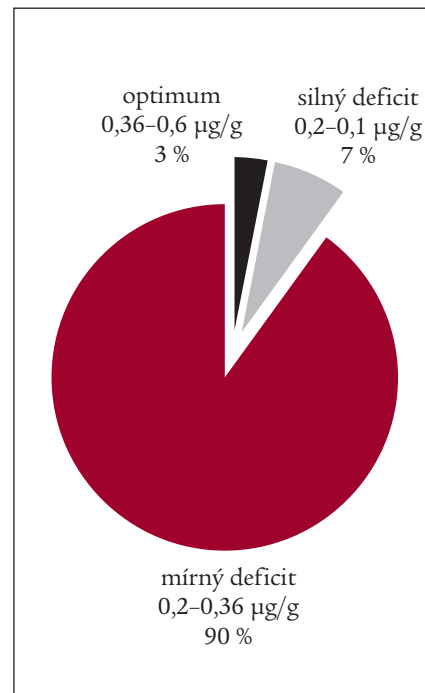
u obyvatel Chebska nevyskytuje, ale 70 % dětí a 20 % dospělých mělo hladinu selenu v séru pod $55 \mu\text{g/l}$ (střední deficit) a dalších 35 % hodnot leželo v rozmezí mírného deficitu ($55\text{--}70 \mu\text{g}$

Se/l sera). Tyto výsledky spolu s konstatováním, že nebyla nalezena hodnota odpovídající optimu ($90\text{--}150 \mu\text{g Se/l sera}$) prokazují nízký stav selenu ve sledované populaci.

Často užívaným parametrem je také selen v moči [9,13,19,24,25]. Tubulární retence/exkrece je hlavním regulačním mechanismem selenové homeostázy a tento mechanismus se snaží exkrece uvolnit pouze tolik selenu, kolik jej organismus přijme, aby nedocházelo k negativní bilanci. Podle studií na Novém Zélandu a Číně (nízký příjem Se) a v USA (normální příjem Se) je denní exkrece selenu močí v oblastech s nízkým a středním příjmem selenu 50–60 % jeho příjmu (čím nižší příjem, tím vyšší procento vylučování Se močí) [12,14,26]. Selenurie obyvatel západní Evropy (většinou hraničně selenopenní oblasti) je $25\text{--}35 \mu\text{g/l}$, v zemích s vyšším příjmem Se dosahuje tato hodnota 100 i více [13,24]. Porovnání našich hodnot v tab. 1, výsledky získané pro skupiny chlapců, dívek, mužů a žen (tab. 2) i pro jednotlivé skupiny podle věku a pohlaví (graf 3) s údaji z různých částí Evropy i celého světa [13,14,24] rovněž zdůrazňují nízký stav selenu u obyvatel Chebska. Zjistili jsme průměrnou hodnotu $15 \mu\text{g Se/l}$ ze 404 vzorků moči. Hodnota $14 \mu\text{g Se/l}$ moči u mužů je zhruba poloviční ve srovnání se západoevropskými muži. Rozdíly mezi skupinami chlapců, dívek, mužů a žen jsou malé, individuální rozdíly naopak značné, takže signifikantního rozdílu dosahují pouze skupiny chlapců a mužů ($p < 0,02$). Rozdíly mezi skupinami podle věku a pohlaví jsou ve srovnání s jinými regiony ČR malé [20–23] a hladiny pravděpodobnosti 95 % dosahují pouze mezi 10 let starými chlapci a skupinou mužů ve stáří 36–49 let a 10 let starými dívkami a ženami 50–65 let starými. Mezi stejně starými skupinami chlapců a dívek ani mužů a žen nebyly nalezeny signifikantní rozdíly. Frekvenční rozdělení koncentrací sele-



Graf 4. Frekvence koncentrace selenu v moči.



Graf 5. Frekvence koncentrace selenu ve vlasech.

Tab. 3. Korelace mezi jednotlivými indexy stavu Se a I.

		Se v séru	Se v moči	Se/kreat.	Se ve vlasech	I v moči
Se v séru	ρ	–	0,220415	0,156738	0,816849	0,124353
	p	–	0,000435	0,013095	0	0,044323
	n	–	252	251	30	263
Se v moči	ρ	0,220415	–	0,181447	0,564705	0,385412
	p	0,000435	–	0,000242	0,001416	0
	n	252	–	406	30	406
Se/kreat.	ρ	0,156738	0,181447	–	0,608175	–0,162211
	p	0,013095	0,000242	–	0,000465	0,001068
	n	251	406	–	30	405
Se ve vlasech	ρ	0,816849	0,564705	0,608175	–	0,506379
	p	0	0,001416	0,000465	–	0,005064
	n	30	30	30	–	30
I v moči	ρ	0,124353	0,385412	–0,162211	0,506379	–
	p	0,044323	0	0,001068	0,005064	–
	n	263	406	405	30	–

parciální Spearmanovy korelace s adjustací na věk

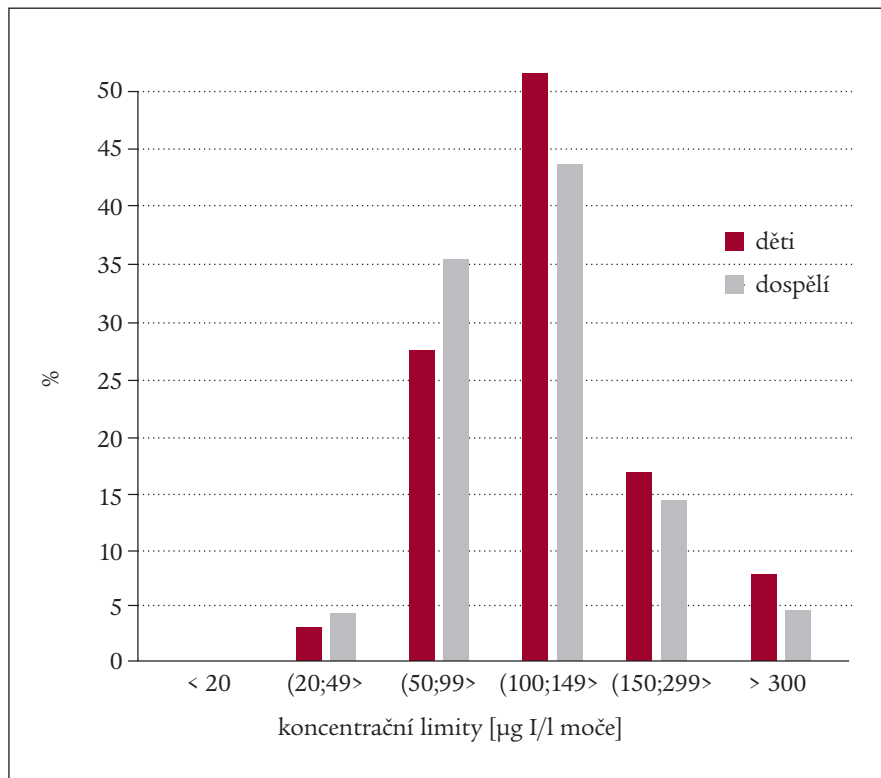
ρ – Spearmanův koeficient; p – signifikance; n – počet párů

nu v moči dětí i dospělých (graf 4) ukazuje, že více než 90 % hodnot spadá pod 24 µg Se/l moči – důsledek pravděpodobně nízkého příjmu selenu na základě jeho nízkých koncentrací v potravním řetězci. Odhad průměrného denního příjmu selenu

na základě koncentrace selenu v moči se pohybuje mezi 32 a 39 µg Se/den, který je dost hluboko i pod doporučením RDA v USA (55 µg Se/den/dospělou osobu) změněným v roce 2000.

Někteří autoři doporučují přepočítat koncentraci selenu v moči na

poměr selen/kreatinin [14], kterému dávají přednost před hodnotami koncentračními. Problém je v tom, že i hodnoty kreatininu v moči podléhají různým vlivům – liší se podle věku, pohlaví, lokality, a jsou ovlivněny i různými chorobami, bez ohledu



Graf 6. Frekvence koncentrace jodu v moči.

Tab. 4. Klasifikace stavu jodu podle jodurie (ICCIDD).

jodurie [µg I/l moči]	stav I v organismu
> 100	dostatečný
50–90	mezný deficit
20–49	mírný deficit
< 20	silný deficit

na metabolismus selenu, poněvadž vylučování kreatininu močí je výsledkem metabolismu aminokyselin. Nicméně i přes uvedené výhrady byly i v této práci hodnoty selenurie přepočteny na poměr Se/kreatinin pro možnost porovnání našich výsledků s dalšími pracemi [13,14,24]. I hodnoty Se/kreatinin (tab. 1 a 2), dokonce nižší než samotné koncentrační údaje o selenu v moči, ukazují u obyvatel Chebska ten samý obrázek – deficit tohoto důležitého stopového prvku.

Třetí (či čtvrtý?) Se parametr – koncentrace selenu ve vlasech – je možné použít jako dlouhodobý parametr stavu selenu v organismu. Jako takový byl sledován v oblastech Číny s různým stavem selenu (deficitních, normálních i s nadbytkem selenu). Koncentrace 0,36 µg Se/g vlasů byla shledána jako spodní hranice optimálního stavu selenu u lidí [15,16]. 97 % hodnot Se u vlasů získaných od mužů žijících na Chebsku bylo pod touto hranicí (graf 5), což opět ukazuje na nedostatek selenu v chebské populaci.

Vztahy mezi jednotlivými parametry stavu selenu byly hodnoceny jak podle Pearse, tak i podle Spearmana.

Tab. 5. Spermanovy korelace mezi indexy Se a vybranými parametry metabolismu hormonů štítné žlázy a jejich regulační činnosti.

		fT3	TSH	objem*	puls	povrch**
Se v seru	ρ	-0,177	0,0897	0,18	-0,129	0,1398
	n	263	263	262	242	264
	p	0,005	0,15	0,005	0,05	0,05
Se v moči	ρ	0,0032	0,3854	0,0638	0,0588	0,0401
	n	394	406	406	370	407
	p	0,9	0,00001	0,2	0,3	0,4
Se / kreatinin	ρ	0,1047	-0,162	-0,203	0,1597	-0,237
	n	393	405	405	369	406
	p	0,05	0,001	0,0001	0,005	0,00001
Se ve vlasech	ρ	-0,438	0,5064	-0,18	-0,173	-0,049
	n	30	30	30	25	30
	p	0,02	0,005	0,4	0,4	0,8

*objem štítné žlázy, **povrch těla

ρ – Spermanův koeficient; n – počet případů; p – hladina významnosti

Výsledky uvedené v tab. 3 jsou korelace podle Spearmana po očištění od vlivu věku. Vysoce signifikantní korelace s poměrně vysokým korelačním faktorem byly nalezeny mezi koncentrací selenu v séru a vlasech navzdory poměrně nízkému počtu korelovaných párů ($r = 0,8162$; $n = 30$; $p < 0,0000$). Ale rovněž mezi dalšími parametry byly nalezeny signifikantní korelace. Korelace mezi koncentrací selenu v moči a poměrem selen/kreatinin v moči byly rovněž nalezeny, ale korelační koeficient nebyl tak vysoký (tj. vztahy nejsou tak těsné), jak by mohlo být očekáváno podle prací Hoja [14] a Oстера a Prellwitz [24].

Ve stejných vzorcích moči, ve kterých byl určován selen, byl analyzován i jod. Podle klasifikace ICCIDD (tab. 4) [27] jsou obyvatelé Chebska saturováni jodem, poněvadž průměrná hodnota jodurie u populace mezi 6 a 65 roky dosáhla hodnoty $126 \mu\text{g I/l}$ moči (tab. 1). I navzdory tomu však byla třetina koncentrací jodu v moči mezi 50 a $100 \mu\text{g}$, tj. mezní nedostatek, a 4 % v limitu mírného nedostatku ($20\text{--}50 \mu\text{g I/l}$ moči) (graf 6). Stav selenu jako zdroje deiodázové aktivity pro tvorbu tyromimeticky aktivního trijódtyroninu je důležitý právě pro tuto část obyvatel. Proto byly počítány korelace mezi selenem a jodem (tab. 3). Vysoce signifikantní korelace byly zjištěny použitím Spearmanovy korelační analýzy (po vyloučení vlivu věku) mezi jodurií jako indexem stavu jodu a všemi třemi indexy stavu selenu. Zdá se, že souběžný nedostatek selenu a jodu se týká alespoň malé části chebské populace. Tento nález může znamenat pro tuto část populace změny v regulaci organismu hormony štítné žlázy.

Vzhledem k vysoce signifikantním korelacím mezi selenem a jodem byly hodnoceny i vybrané parametry metabolismu tyroidálních hormonů a jejich vlivu na organismus. Analyzovány byly koncentrace TSH a volné frakce trijódtyroninu (fT_3) a tyro-

xinu (fT_4). Pro fT_4 nebyly nalezeny korelace s indexy selenu. Zato pro TSH a fT_3 bylo nalezeno několik vztahů se selenovými indexy (tab. 5). Vysoce signifikantní jsou korelace mezi TSH a oběma indexy Se v moči a zajímavý je pro poměrně vysoký Spearmanův korelační koeficient ($p > 0,5$) vztah mezi TSH a obsahem selenu ve vlasech. Rovněž pro fT_3 bylo nalezeno několik signifikantních korelací, z nichž zajímavý je zejména vysoce signifikantní (byť volný) vztah selenu v séru a sérové hodnoty fT_3 . Opět nejvyšší korelační koeficient mezi indexy Se a fT_3 byl objeven pro selen ve vlasech ($p > 0,4$). Bohužel, nebyl analyzován celkový T_3 a T_4 . Nelze tedy z negativních korelací mezi fT_3 a Se v séru, resp. ve vlasech, odvozovat, zda jde o ovlivnění poměru T_3/T_4 nízkým stavem selenu, jak diskutuje ve svém přehledu vlivu selenu na hormony štítné žlázy Beckett a Arthur [28] a Köhrle [29], nebo je se stavem selenu spjata rovnováha mezi volnou a vázanou frakcí T_3 v séru.

Okamžitý efekt spojený s působením selenu, ať již přes tyroidální hormony či jiným mechanismem, může být příčinou volných, ale signifikantních korelací mezi pulzem a selenem v séru, ev. poměrem selen/kreatinin v moči. Ačkoliv je korelace tohoto poměru a pulzu vysoce signifikantní ($p < 0,005$), vztah mezi samotným selenem v moči a pulzem nebyl nalezen – to svědčí pro teorii o nezávislosti těchto dvou indexů stavu selenu, i když s číselně velmi blízkými hodnotami. Dlouhodobě se stav selenu (podle získaných korelací) podílí okrajově i na velikosti štítné žlázy a na některých dalších antropometrických veličinách – v tab. 5 je uveden vztah mezi povrchem těla a selenem v séru a poměru selen/kreatinin v moči. Podle získaných nízkých korelačních koeficientů jsou tyto vztahy volné.

Důvodem nízkého stavu selenu chebské populace je pravděpodobně nízká koncentrace selenu v potrav-

ním řetězci, a tím i celkově nízký příjem. Nízký stav selenu v organismu může zasáhnout nejen metabolismus tyroidálních hormonů, ale i aktivity dalších selenoenzymů, v první řadě antioxidační kapacitu peroxidáz. Poněvadž zvýšeným oxidačním stresem může být postižen zdravotní stav celé populace, ale kritické to může být zejména u některých skupin obyvatel, měl by být zvýšen příjem selenu v celé populaci, nebo alespoň u skupin obyvatel s největším rizikem ze selenového deficitu vyplývajících následků – těhotných a kojících žen, dětí, seniorů a nemocných.

Práce byla částečně podpořena granty IGA MZ ČR č. 7763-3 a 7820-4.

Literatura

1. Rayman PM. The importance of selenium to human health. *The Lancet* 2000; 356: 233–241.
2. Favier AE, Nève J, Faure P. Trace Elements and Free Radicals in Oxidative Diseases. Champaign (Illinois, USA): AOCS Press 1994.
3. McKenzie RC, Rafferty TS, Beckett GJ et al. Effects of selenium on immunity and aging. In: Hatfield DL. Selenium Its Molecular Biology and Role in Human Health. Boston: Kluwer Academic Publishers 2001: 257–272.
4. Roveri A, Ursini F, Flohé L et al. PHGPx and spermatogenesis. *BioFactors* 2001; 14: 213–222.
5. Barrington JW, Taylor M, Smith S et al. Selenium and recurrent miscarriage. *J Obst Gynaecol* 1997; 17: 199–200.
6. Whanger PD. Selenium in the Treatment of Heavy Metal Poisoning and Chemical Carcinogenesis. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 1992; 6: 209–221.
7. Arthur JR, Nicol F, Beckett GJ. Selenium deficiency, thyroid hormone metabolism, and thyroid hormone deiodinases. *Am J Clin Nutr* 1993; 57(Suppl 2): 236S–239S.
8. Kvala J, Zamrazil V, Soutorová M et al. Correlations between parameters of body selenium status and peripheral thyroid parameters in the low selenium region. *Analyst* 1995; 120: 959–965.
9. Nève J. Methods in determination of selenium states. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 1991; 5: 1–17.

10. Nève J. Human selenium supplementation as assessed by changes in blood selenium concentration and glutathione peroxidases activity. *J Trace Elements Med Biol* 1995; 9: 65–73.
11. Persson-Moschos M, Huang W, Sri-kumar TS et al. Selenoprotein P in Serum as a Biochemical Marker of Selenium Status. *Analyst* 1995; 120: 833–836.
12. Robinson JR, Robinson MF, Levander OA et al. Urinary excretion of selenium by New Zealand and North American human subjects on differing intakes. *Am J Clin Nutr* 1985; 41: 1023–1031.
13. Robberecht HJ, Deelstra HA. Selenium in human urine: concentration levels and medical implications. *Clin Chem Acta* 1984; 136: 107–120.
14. Hojo Y. Evaluation of the expression of urinary selenium level as ng Se/mg creatinine and the use of single-void urine as a sample for urinary selenium determination. *Bull Environm Contam Toxicol* 1981; 27: 213–220.
15. Ge K, Yang G. The epidemiology of selenium deficiency in the etiological study of endemic diseases in China. *Am J Clin Nutr* 1993; 57(Suppl): 259S–263S.
16. Ma T, Guo J, Wang F. The epidemiology of iodine-deficiency diseases in China. *Am J Clin Nutr Suppl* 1993; 57(Suppl 2): 264S–266S.
17. Kvicala J, Havelka J. Frequency of concentrations of some trace elements in serum by INAA. *J Radioanal Nucl Chem* 1988; 121: 261–270.
18. Kvicala J, Havelka J. Frequency of concentrations of some trace elements in scalp hair by INAA. *J Radioanal Nucl Chem* 1988; 121: 271–277.
19. Levander OA. Considerations of the assessment of selenium status. *Federation Proc* 1985; 44: 2579–2583.
20. Kvíčala J, Zamrazil V, Tluchoř B. Deficiency of selenium in inhabitants of highly polluted area of North-West Bohemia. In: Nève J, Chappuis P, Lamand M. New York: Plenum Press 1996: 345–350.
21. Kvíčala J, Zamrazil V, Jiranek V. Selenium deficient status of inhabitants of South Moravia. In: Kumpulainen JT, Salonen JT. Natural antioxidants and food quality in atherosclerosis and cancer prevention. Cambridge: The Royal Society of Chemistry 1996: 177–187.
22. Kvicala J, Havelka J, Zamrazil V et al. Serum selenium levels and selenium income estimation from urine excretion in inhabitants of Prague urban area. In: Anke M, Meissner V, Mills CF. Trace Elements in Man and Animals – TEMA 8. Gersdorf: Verlag Media Touristik 1993: 233–234.
23. Kvíčala J, Zamrazil V, Bilek R et al. Low selenium status of inhabitants of South Bohemia and its relation to iodine and thyroid hormone metabolism. *Biomarkers and environment* 1997; 1: 12–20.
24. Oster O, Prellwitz W. The Renal Excretion of Selenium. *Biol Trace Elem Res* 1990; 24: 119–146.
25. Thomson CD, Smith TE, Butler KA et al. An Evaluation of Urinary Measures of Iodine and Selenium Status. *J Trace Elements Med. Biol.* 1996; 10: 214–222.
26. Stewart RDH, Griffiths NM, Thomson CD et al. Quantitative selenium metabolism in normal New Zealand women. *Br J Nutr* 1978; 40: 45–54.
27. Hetzel BS. The iodine deficiency disorders. In: Delange F, Dunn JT, Glinioer D. Iodine deficiency in Europe. A continuing concern. New York, NATO ASI Ser, Plenum Press 1993: 25–34.
28. Beckett GJ, Arthur JR. Selenium and endocrine systems. *J Endocrinology* 2005; 184: 455–465.
29. Köhrle J. Selenium and the control of thyroid hormone metabolism. *Thyroid* 2005; 15: 841–853.

RNDr. Jan Kvíčala, CSc.
www.endo.cz
 e-mail: jkvicala@endo.cz

Doručeno do redakce: 20. 6. 2006

www.kardiologickarevue.cz