

HLADINY OLOVA, KADMIA A RTUTI V KRVÍ ČESKÝCH ŠKOLNÍCH DĚTÍ SLEDOVANÝCH V RÁMCI 6. RP EU (PROJEKT PHIME) – SROVNÁNÍ S VÝSLEDKY BIOMONITORINGU V SYSTÉMU MONITOROVÁNÍ ZDRAVOTNÍHO STAVU OBYVATELSTVA

LEVELS OF LEAD, CADMIUM AND MERCURY IN BLOOD OF CZECH SCHOOL CHILDREN MONITORED WITHIN THE 6TH FP OF EU (THE PHIME PROJECT) – COMPARISON WITH THE CZECH HUMAN BIOMONITORING RESULTS

ANDREA KRŠKOVÁ¹, VĚRA SPĚVÁČKOVÁ¹, MÁJA ČEJCHANOVÁ¹, JIŘÍ ŠMÍD¹, KATEŘINA WRANOVÁ¹, MILENA ČERNÁ^{1, 2}

¹Státní zdravotní ústav, Praha

²Univerzita Karlova, 3. LF v Praze

SOUHRN

Biomonitoring jako nástroj pro ověření expozice populace toxickým látkám z prostředí a odhad zdravotních rizik je od r. 1994 součástí Systému monitorování zdravotního stavu české populace ve vztahu k prostředí (MZSO). Od roku 2006 se Česká republika prostřednictvím Státního zdravotního ústavu účastní řešení projektu 6. RP Evropské unie, který je zaměřen na výzkum dlouhodobé expozice populace nízkým koncentracím kovů z prostředí („PHIME“ – Public health impact of long-term, low-level mixed element exposure in susceptible population strata). V rámci projektu PHIME byly sledovány hladiny olova, kadmia a rtuti v krvi 150 dětí (79 chlapců, 71 dívek) ve věku 5–12 let, žijících v oblastech s odlišnou zátěží z prostředí (Praha, Mníšek pod Brdy, Ostrava a Kašperské Hory). Hladiny olova v krvi dětí z Kašperských Hor vykazovaly vyšší hodnoty (medián 30 µg/l) v porovnání s dětmi z ostatních sledovaných lokalit (mediány 25, 25 a 24 µg/l). Hodnoty se shodovaly s výsledky biomonitoringu MZSO a nepřekračovaly limitní tolerovatelnou hodnotu 100 µg/l. Koncentrace kadmia v krvi dětí (v projektu PHIME i MZSO) je nízká a pohybuje se kolem hodnoty detekčního limitu 0,2 µg/l. Mediánové koncentrace rtuti v krvi dětí z projektu PHIME se pohybovaly v rozmezí 0,32–0,42 µg/l a jsou srovnatelné s výsledky MZSO (dětí obdobného věku) z roku 2006 (0,40 µg/l) a z roku 2008 (0,30 µg/l).

Nalezené výsledky nesignalizují zvýšenou zátěž sledované české dětské populace vybraným kovy. Hladiny olova vykazují postupně snižující trend. Získaná data doplňují existující časové řady a jsou významná pro srovnání dat na mezinárodní úrovni.

Klíčová slova: projekt PHIME, biologický monitoring, olovo, kadmium, rtuť, dětská populace

SUMMARY

Biomonitoring as a tool for verification of population exposure to environmental toxic compounds and for health risk assessment is since 1994 an integral part of the Czech Environmental Health Monitoring System (MZSO). Since 2006, the Czech Republic, by means of National Institute of Public Health, has been taken part in the PHIME project (Public health impact of long-term, low-level mixed element exposure in susceptible population strata) of the 6th FP of EU. In this project, the levels of lead, cadmium and mercury have been examined in blood of 150 children (79 boys, 71 girls) aged 5–12 years, living in regions with different environmental pollution (Praha, Mníšek pod Brdy, Ostrava and Kašperské Hory). Blood lead levels of children from Kašperské Hory showed increased levels (median 30 µg/l) compared with the children from other regions (medians 25, 25 and 24 µg/l). These data correspond with the Czech Human Biomonitoring results (MZSO) and do not exceed the tolerable limit value of 100 µg/l. Blood cadmium levels were low and oscillated around the detection limit of 0.2 µg/l. Blood mercury levels (medians) ranged from 0.32 to 0.42 µg/l and are comparable with the MZSO results (children of similar age) from the year 2006 (0.40 µg/l) as well as 2008 (0.30 µg/l).

The results did not indicate the increased exposure of the monitored Czech child population to selected toxic metals. Blood lead levels reflect a gradual downward trend. The obtained data complete the existing time-related trends and are important for international comparison.

Key words: PHIME project, biological monitoring, lead, cadmium, mercury, child population

Úvod

Toxické kovy jsou již po desetiletí považovány za závažné kontaminanty prostředí, a to pro jejich vstup do potravního řetězce, biokoncentraci v jeho průběhu a expozici člověka na jeho vrcholu. Z populačního hlediska může být expozice těmto látkám doprovázena řadou nežádoucích zdravotních účinků. K odhadu expozice a následných zdravotních rizik lze sice přistoupit monitorováním těchto prvků v jednotlivých médiích prostředí, větší výpovědní hodnotu mají však výsledky sledování zmíněných látek v tělních tekutinách a tkáních člověka. Proto byl biomonitoring základních toxických kovů (olovo, kadmium, rtuť) zařazen do scénáře Subsystemu 5 (biologický monitoring), realizovaného v rámci Systému monitorování zdravotního stavu české populace ve vztahu k prostředí (MZSO) již od r. 1994 (9). Výsledky jsou každoročně prezentovány formou odborných a souhrnných závěrečných zpráv, které jsou dostupné na webových stránkách SZÚ (13).

Zkušenosti a technické vybavení bývalého Centra hygieny životního prostředí Státního zdravotního ústavu v této problematice vedlo k zapojení České republiky do projektu 6. RP EU zaměřeného na výzkum dlouhodobé expozice populace nízkým koncentracím kovů z prostředí (akronym PHIME), který je řešen v období 2006–2011 (11). V tomto rozsáhlém projektu, kterého se účastní 31 odborných pracovišť z 20 států světa, se Česká republika podílí na problematice monitorování expozice několika vnímavých populačních skupin. Jedna z nich zahrnuje děti, které právem patří mezi populační skupiny zvýšeně zranitelné působením stresorů prostředí (3). Výsledky analýzy olova, kadmia a rtuti v krvi dětí v rámci PHIME jsou zde uvedeny v kontextu s daty biomonitoringu dětské populace v rámci MZSO.

Materiál a metody

Výběr osob, odběr vzorků krve

V rámci mezinárodního projektu PHIME byl biomonitoring hladin olova, kadmia a rtuti v krvi dětské populace organizován kromě České republiky i v následujících evropských i neevropských zemích: Slovensko, Polsko, Chorvatsko, Slovinsko, Švédsko, Maroko, Čína a Ekvádor. V České republice proběhly odběry a analýzy v r. 2007. Studie byla posouzena a schválena Etickou komisí SZÚ. Sledovaná populační skupina byla definována jako děti ve věku 5–12 let žijící v oblastech s odlišnou zátěží prostředí: město, venkov a lokální průmyslová zátěž. V Česku byly vybrány následující oblasti: Praha jako hlavní město, Ostrava jako město s průmyslovou zátěží, Mníšek pod Brdy jako lokální průmyslová zátěž, Kašperské Hory jako oblast spíše rekreační a venkovská. Praha a Ostrava byly do projektu zařazeny i proto, že jsou od r. 2005 součástí biomonitoringu MZSO, přičemž sledování dětské populace probíhalo v r. 2006 a 2008. Výsledky získané v projektu PHIME bylo proto možné využít i pro porovnání časových řad. Rodiče dětí byli osloveni prostřednictvím školy nebo pediatrů, byl jim dopisem vysvětlen účel studie a získán jejich pí-

semný souhlas s odběrem krve u dítěte. Odběry proběhly podle standardního protokolu určeného koordinátorem studie za použití shodných vaku a jehel. Postup odběru a další manipulace se vzorky se shodovaly s postupem používaným v rámci MZSO. Vzorky krve byly do doby analýzy uchovány při teplotě -18°C .

Základní údaje o sledovaných skupinách dětí v projektu PHIME jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1: Charakteristika sledované dětské populace v rámci projektu PHIME (rok 2007)

	Praha	Mníšek pod Brdy	Ostrava	Kašperské Hory
Celkem	25	46	59	20
Počet chlapců	17	25	25	12
Počet dívek	8	21	34	8
Věkové rozmezí (roky)	7–10	5–11	7–10	10–12
Hmotnost v kg	18–46	21–65	22–53	26–83
Výška v cm	110–152	120–166	120–152	125–183

Analýza vzorků

Olovo a kadmium byly stanoveny metodou atomové absorpční spektrometrie, rtuť jednorázovým analyzátozem AMA 254.

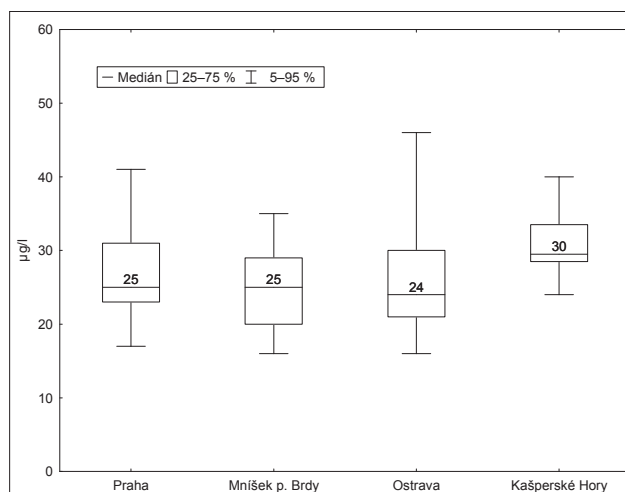
Statistické zpracování

Statistické zhodnocení výsledků bylo provedeno za použití statistických programů Statistica 7 a Unistat 5.1 (ANOVA a neparametrické testy).

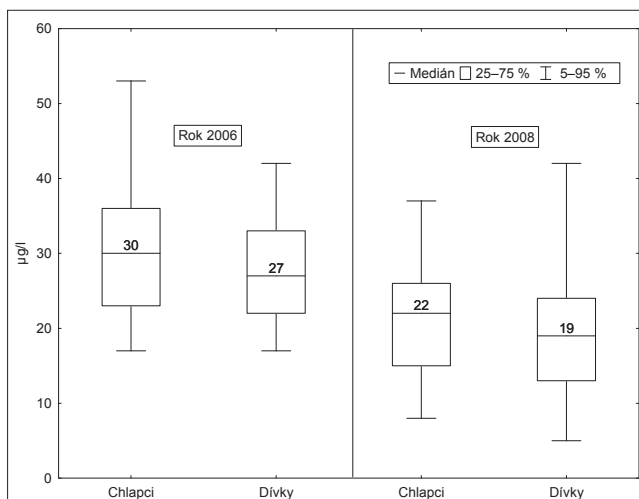
Výsledky a diskuse

Koncentrace olova v krvi

V závislosti na charakteru expozice a chemické formě může být expozice olovu provázána celou řadou nežádoucích zdravotních účinků. Z hlediska environmentální expozice olovu se zdůrazňuje především neurotoxicita organických forem olova, které při průchodu placentou mohou poškozovat centrální nervovou soustavu vyvíjejícího se plodu a vést ke snižová-



Obr. 1: Koncentrace olova v krvi dětí sledovaných v rámci projektu PHIME (rok 2007).



Obr. 2: Koncentrace olova v krvi dětí sledovaných v rámci MZSO (roky 2006 a 2008).

ní intelektu a poruše chování následné generace (5).

Hladiny olova v krvi dětí v rámci projektu PHIME vykazovaly ve všech oblastech s výjimkou Kašperských Hor mediánové hodnoty téměř identické (24, 25 a 25 µg/l) (obr. 1). Poněkud vyšší hladiny (medián 30 µg/l) pozorované u skupiny dětí v oblasti Kašperských Hor mohou být zdůvodněny přirozenou vyšší expozicí z podloží v důsledku dřívější existence rudných dolů. Výsledky projektu odpovídají údajům získaným v druhé etapě MZSO, kdy v letech 2006 a 2008 (sledované oblasti Praha, Liberec, Ostrava, Kroměříž a Uherské Hradiště) byly hladiny olova (mediány) u chlapců 30 µg/l a 22 µg/l a u dívek 27 µg/l a 19 µg/l (obr. 2). Individuální hladiny olova v krvi dětí nepřesahovaly limitní tolerovatelnou hodnotu 100 µg/l stanovenou pro dětskou populaci (7). Tato hranice (100 µg/l) však v současné době není považována za bezpečnou (2). Deklarace z Brescie zaměřená na prevenci neurotoxických účinků kovů podpořila celosvětové snižování hladin olova v krvi dětí na koncentraci 50 µg/l s tím, že ani tento limit není konečný (15). Hodnoty plumbémie u českých dětí jak ve studii PHIME, tak v rámci MZSO v letech 2006 a 2008 však v podstatě odpovídají i těmto přísnějším požadavkům.

Koncentrace olova v krvi běžné, profesionálně neexponované populace, se dle literárních údajů od začátku 80. let postupně snižují (14). Signifikantní sestupný trend v expozici olovu je pozorován v poslední dekádě i u české populace (6). Referenční hodnota, tj. 95% percentil naměřených hodnot s přihlédnutím k horní hranici intervalu spolehlivosti (7), odhadnutá pro českou dětskou populaci pro období 2001–2003 na 55 µg/l (1), bude proto v r. 2010 revidována. Hladiny olova u dětské německé populace ve věku 3–14 let monitorované v období 2003–2006 vykazovaly dokonce mediánové hodnoty 18,2 µg/l u chlapců a 15,4 µg/l pro dívky (10) s odhadem referenčních hodnot pro danou věkovou skupinu na 35 µg/l (12). Hladiny olova v krvi dětské populace v USA ve věku 6–11 let sledované v letech 2003–2004 v rámci NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) jsou 17,0 a 51,0 µg/l (medián a 95% percentil) (4). Sestupný trend v expozici olovu potvrzují i výsledky projektu PHIME zde prezentované.

Vzhledem k dalšímu předkládanému snížení zdra-

votně významných limitních hodnot je však nutno expozici olovu dále sledovat a využívat všech dostupných možností její další regulace.

Koncentrace kadmia v krvi

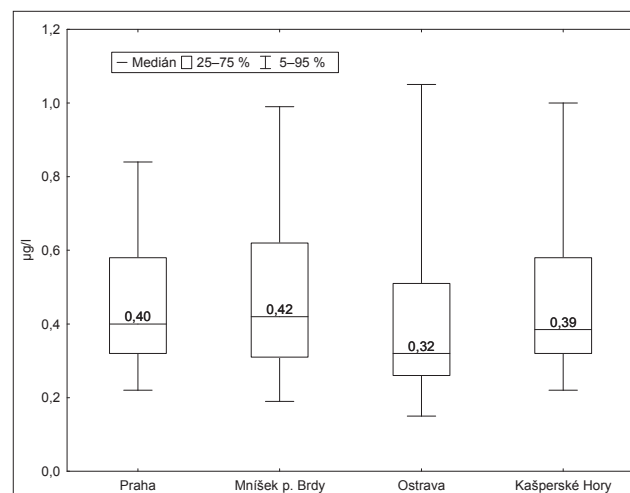
Z hlediska toxikologického působení lze u kadmia zdůraznit účinky karcinogenní a nefrotoxické. Kadmium jako jediný z kovů patří i mezi látky porušující endokrinní rovnováhu.

Koncentrace kadmia v krvi českých dětí sledovaných v rámci MZSO je nízká a pohybuje se u většiny vzorků krve pod detekčním limitem 0,2 µg/l (13). Podobné výsledky byly zjištěny i u dětí sledovaných v projektu PHIME (mediánové hodnoty 0,1 µg/l v Praze, 0,2 µg/l v Mníšku p. Brdy, 0,3 µg/l v Ostravě a 0,2 µg/l v Kašperských horách). Pro koncentraci kadmia v krvi nejsou stanoveny žádné biologicky významné limitní hodnoty. Lze uzavřít, že expozice české dětské populace kadmium (pokud se nejedná o kuřáctví) nepředstavuje zdravotně významný problém. Podobný závěr vyplývá i z biomonitoringu německé dětské populace s odhadem referenční hodnoty kadmia v krvi pod 0,3 µg/l (12). Rovněž 95% percentil koncentrace kadmia v krvi dětské populace v USA sledované v rámci NHANES (4) se pohybuje kolem 0,3 µg/l. Pro sledování současných nízkých koncentrací je proto nutno používat citlivější analytické techniky (ICP-MS) s nižším detekčním limitem. Pro posouzení dlouhodobé expozice je vhodnější analyzovat kadmium v moči.

Koncentrace rtuti v krvi

V současné době je pro dětskou populaci hlavním expozičním zdrojem organické formy rtuti konzumace mořských ryb a rybích výrobků, zatímco zdrojem anorganické formy jsou zejména amalgamové výplně (16). Zdravotní riziko pro populaci mohou představovat zejména neurotoxické účinky organické formy (metylrtut'), které, podobně jako olovo, mohou po průchodu placentou poškozovat centrální nervový systém vyvíjejícího se plodu (8).

Mediánové koncentrace rtuti v krvi dětí sledovaných ve studii PHIME se pohybovaly od 0,32 do 0,42 µg/l (obr. 3) a jsou srovnatelné s hodnotami, získanými v rámci MZSO v letech 2006 a 2008 (0,40



Obr. 3: Koncentrace rtuti v krvi dětí sledovaných v rámci projektu PHIME (rok 2007).

a 0,30 µg/l) (13). Medián a 95% percentil koncentrace rtuti v krvi českých dětí monitorovaných v období 2001–2003 byl 0,42 a 1,5 µg/l (1). Koncentrace rtuti v krvi německých dětí ve věku 3–14 let (medián a 95% percentil) v období 2003–2006 jsou 0,2 µg/l a 1,0 µg/l; při konzumaci ryb častěji než 3x za měsíc pak 0,3 µg/l a 1,2 µg/l (12). Výsledky biomonitoringu 6–11letých dětí v USA (NHANES) v období 2003–2004 udávají hodnoty (medián a 95% percentil) 0,40 µg/l a 1,9 µg/l (4). Z výsledků PHIME i MZSO vyplývá, že hodnoty rtuti v krvi dětí nepřesahují zdravotně významnou hodnotu 5 µg/l, stanovenou Německou komisí pro biologický monitoring (7).

Závěr

Expozice sledované české dětské populace ve věku 5–12 let vybraným kovům (olovo, kadmium, rtuť) je v relaci s výsledky biomonitoringu v SRN i USA. Výsledky nesignalizují zvýšenou zátěž a nejsou pozorovány výrazné lokální rozdíly. V posledních deseti letech vykazují hladiny olova, v souladu s vyspělými státy, sestupný trend. Srovnání dat v rámci států participujících na studii PHIME nebylo dosud ukončeno.

Poděkování: Studie PHIME byla podpořena EU v rámci 6. FP RTD (kontrakt č. FOOD-CT-2006-016253) a výsledky zde uvedené vyjadřují pouze názory autorů. Autoři článku děkují dětským lékařkám a terénním pracovnícům, které se podílely na odběrech vzorků.

LITERATURA

1. Batáříová A, Spěváčková V, Beneš B, Čejchanová M, Šmíd J, Černá M. Blood and urine levels of Pb, Cd and Hg in the general population of the Czech Republic and proposed reference values. *Int J Hyg Environ Health*. 2006 Jul;209(4):359-66.
2. Bellinger DC. Neurological and behavioral consequences of childhood lead exposure. *PLoS Med*. 2008 May 27;5(5):e115.
3. Böse-O'Reilly S, Heudorf U, Lob-Corzilius T, von Mühlendahl KE, Otto M, Schmidt S. Children's environment in Central Europe: threats and chances. *Int J Hyg Environ Health*. 2007 Oct;210(5):503-7.
4. Černá M, Spěváčková V, Batáříová A, Čejchanová M, Šmíd J, Beneš B. Hladiny olova v krvi české dospělé a dětské ne-exponované populace. *Čes Prac Lék*. 2008;9(2-3):67-71.
5. Ewers U, Krause C, Schulz C, Wilhelm M. Reference values and human biological monitoring values for environmental toxins. Report on the work and recommendations of the Commission on Human Biological Monitoring of the German Federal Environmental Agency. *Int Arch Occup Environ Health*. 1999 Jul;72(4):255-60.
6. Grandjean P, Budtz-Jørgensen E, White RF, Jørgensen PJ, Weihe P, Debes F, et al. Methylmercury exposure biomarkers as indicators of neurotoxicity in children aged 7 years. *Am J Epidemiol*. 1999 Aug 1;150(3):301-5.
7. Kliment V, Kubínová R, Kazmarová H, Havlík B, Šišma P, Ruprich J, et al. System of monitoring the environmental impact on population health of the Czech Republic. *Cent Eur J Publ Health*. 1997 Sep;5(3):107-16.
8. Kolossa-Gehring M, Becker K, Conrad A, Lüdecke A, Riedel S, Seiwert M, et al. German Environmental Survey for children (GerES IV) – first results. *Int J Hyg Environ Health*. 2007 Oct;210(5):535-40.
9. Landrigan P, Nordberg M, Lucchini R, Nordberg G, Grandjean P, Iregren A, et al. The Declaration of Brescia on Prevention of Neurotoxicity of Metals. Brescia, Italia, 17–18 June 2006. *Med Lav [Internet]*, 2006 Nov-Dec [cited 2010 Apr 16];97(6):811-4. Available from: http://www.amm.se/icoh_sctm/pdf/Declaration%20of%20Brescia%20AJIM.pdf.
10. Monitoring zdraví a životního prostředí [online]. Praha: Státní zdravotní ústav [cit 2010-04-16]. Dostupný z: <http://www.szu.cz/publikace/monitoring-zdravi-a-zivotniho-prostredi>.
11. National report on human exposure to environmental chemicals [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention [updated 2010 Apr 13; cited 2010 Apr 16]. Available from: <http://www.cdc.gov/exposurereport>.
12. Odborné a souhrnné zprávy [online]. Praha: Státní zdravotní ústav [cit 2010-04-16]. Dostupný z: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/odborne-zpravy-1>.
13. Preventing lead poisoning in young children [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2005 [cited 2010 Apr 16]. Available from: <http://www.cdc.gov/nceh/lead/Publications>.
14. Public health impact of long-term, low-level mixed element exposure in susceptible population strata [Internet]. Lund: PHIME [cited 2010 Apr 16]. Available from: www.phime.org.
15. Schulz C, Angerer J, Ewers U, Heudorf U, Wilhelm M; Human Biomonitoring Commission of the German Federal Environment Agency. Revised and new reference values for environmental pollutants in urine or blood of children in Germany derived from the German environmental survey on children 2003–2006 (GerES IV). *Int J Hyg Environ Health*. 2009 Nov;212(6):637-47.
16. Strömberg U, Schütz A, Skerfving S. Substantial decrease of blood lead in Swedish children, 1978–94, associated with petrol lead. *Occup Environ Med*. 1995 Nov;52(11):764-9.
17. Tuček M. Současná zdravotní rizika expozice rtuti a jejím sloučeninám. *Čes Prac Lék*. 2006;7(1):26-37.

Došlo do redakce: 5. 5. 2010
Přijato k tisku: 25. 5. 2010

Mgr. Andrea Krsková, Ph.D.
Státní zdravotní ústav
Centrum odborných činností
Šrobárova 48
100 42 Praha 10
Email: a.bat@szu.cz