

SLOVENSKÁ ZDRAVOTNÍCKA UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA

Determinanty expozície polychlórovaným bifenyľom u detí

Bakalárska práca

SLOVENSKÁ ZDRAVOTNÍCKA UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA

Determinanty expozície polychlórovaným bifenyľom u detí

Bakalárska práca

Študijný odbor: 7.4.2. verejné zdravotníctvo

Študijný program: verejné zdravotníctvo

Vedúca záverečnej práce: MUDr. Henrieta Patayová, PhD.

Bratislava 2017

Klaudia Grešová



SLOVENSKÁ ZDRAVOTNÍCKA UNIVERZITA v Bratislave

Fakulta verejného zdravotníctva

Ústav ochrany zdravia FVZ - Odd. environmentálnej medicíny

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Evidenčné číslo: 10031

Názov záverečnej práce:

Determinanty expozície polychlóvaným bifenyloľm u detí

Pokyny pre vypracovanie:

Študijný odbor: 7.4.2. verejné zdravotníctvo

Študijný program: verejné zdravotníctvo

Typ záverečnej práce: Bakalárska práca Bc.

Akademický rok: 2016/2017

Autor záverečnej práce: Klaudia Grešová

Vedúci záverečnej práce: MUDr. Henrieta PATAYOVÁ, PhD.

Konzultant záverečnej práce:

Dátum zadania záverečnej práce: 05.02.2016

Pod'akovanie:

Vyjadrujem srdečné pod'akovanie mojej školiteľke MUDr. Henriete Patayovej, PhD. za odborné vedenie, cenné rady, pomoc pri písaní práce a štatistickom spracovaní praktickej časti.

Čestné prehlásenie:

Čestne prehlasujem, že som bakalársku prácu pod názvom Determinanty expozície polychlórovaným bifenyloom u detí vypracovala samostatne pod odborným vedením MUDr. Henriety Patayovej, PhD. a všetku použitú literatúru som uviedla v zozname použitej literatúry.

V Bratislave, 23.3.2017

.....

podpis

ABSTRAKT

GREŠOVÁ, Klaudia: *Determinanty expozície polychlórovaným bifenyloľ u detí* [Bakalárska práca] – Slovenská zdravotnícka univerzita v Bratislave. Fakulta verejného zdravotníctva. Školiteľ práce: MUDr. Henrieta Patayová, PhD. Stupeň odbornej kvalifikácie: Bakalár verejného zdravotníctva, Bratislava: FVZ SZU, 2017, 61 s.

Úvod: Polychlórované bifenyly – PCB sú organické chemické látky, ktoré majú na človeka preukázané toxické účinky. Človek je exponovaný najmä prostredníctvom konzumácie kontaminovanej potravy a lokálnych výrobkov z kontaminovaných oblastí, alebo aj transplacentárnym prenosom z matky na dieťa. Nakoľko sú PCB environmentálnou záťažou, dnes už predstavujú globálny problém.

Ciel': Zistiť, či vybrané sociodemografické faktory a faktory životného štýlu matky ovplyvňujú koncentráciu PCB153, PCB138 a PCB180 v pupočníkovej krvi, a tým expozíciu plodu počas intrauterinného života.

Metodika: Na spracovanie sme použili údaje z databázy projektu MZ SR PRENATAL. U tehotných žien z ôsmich regiónov Slovenska sa po pôrode odobrali vzorky pupočníkovej krvi pre analýzu PCB, a zároveň mamičky vyplnili dotazníky. PCB z pupočníkovej krvi boli stanovené na Oddelení toxických a organických polutantov LF-SZU BA. Získané údaje so zameraním sa na kongenéry PCB153, PCB138 a PCB180 boli spracované pomocou štatistických metód v SPSS17 a MS Excel Windows. Boli použité testy normality, Spearmanov korelačný koeficient, neparametrický Mann-Whitney U test a Kruskal-Wallis test.

Výsledky: Zistili sme, že s pribúdajúcim vekom matky narastali aj koncentrácie PCB v odobratej pupočníkovej krvi ($p < 0,001$). Najsilnejšie s vekom korelovali koncentrácie kongenéru PCB180 ($R=0,548$, $p < 0,001$). Pre koncentrácie kongenéru PCB138 sme štatisticky zistili aj koreláciu s hmotnosťou matky na začiatku tehotenstva ($R=0,175$; $p=0,023$).

Záver: Na základe našich hypotéz sme v práci štatisticky potvrdili vplyv niektorých sociodemografických faktorov a faktorov životného štýlu matky na koncentrácie sledovaných kongenérov PCB153, PCB180 a PCB138.

Kľúčové slová: polychlórované bifenyly, PCB kongenéry, intrauterinná expozícia, expozícia PCB

ABSTRACT

GREŠOVÁ, Klaudia: *Determinants of exposure to polychlorinated biphenyls in children*. [Bachelor's thesis]. Slovak medical university in Bratislava. Faculty of Public Health. Supervisor: MUDr. Henrieta Patayová, PhD. Qualification degree: Bachelor of public health, Bratislava: FVZ SZU, 2017, 61 pages.

Introduction: Polychlorinated biphenyls – PCB are organic chemical substances. They have an obvious toxic impact on people. People are exposed to PCBs mostly by the consumption of contaminated food and local products from contaminated areas, or by placental transfer. To date PCBs still represent a global problem since they have become environmental pollutants.

Object: To determine the impact of sociodemographic and mother's lifestyle factors on PCB153, PCB138 and PCB180 concentrations in umbilical cord blood in addition to confirm fetal exposure during intrauterine life.

Methodology: Processed data originates from prospective cohort study of MZ SR PRENATAL project. Pregnant women from eight regions of Slovakia answered given questionnaire and umbilical cord blood samples were taken for analysis of PCBs from them after birth. PCBs in umbilical cord blood samples were determined by the Department of toxic and organic pollutants LF-SZU BA. The collected data with focus on congeners PCB153, PCB138 and PCB180 were processed using statistical methods: normality test, Spearman's Rank Correlation Coefficient, nonparametric Mann-Whitney U test and Kruskal-Wallis test.

Results: We have statistically proved that PCB concentrations in umbilical cord blood samples were increasing with the age of mothers ($p < 0,001$). The strongest correlation was with PCB180 concentrations. ($R = 0,548$, $p < 0,001$). We have also confirmed the correlation of PCB138 concentrations with maternal weight in the beginning of pregnancy ($R = 0,175$, $p = 0,023$).

Conclusions: Based on our data, we confirmed a statistically significant influence of some sociodemographic and mother's lifestyle factors on PCB153, PCB138 and PCB180 concentrations.

Key words: polychlorinated biphenyls, PCB congeners, intrauterine exposure, PCB exposure

OBSAH

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	12
ÚVOD	13
1 POLYCHLÓROVANÉ BIFENYLY	14
1.1 História vzniku PCB	15
1.2 Výroba vo svete.....	15
1.3 Využitie PCB	16
2 ZNEČISTENIE ÚZEMIA SLOVENSKA PCB.....	17
2.1 Východné Slovensko.....	18
3 DETERMINANTY EXPOZÍCIE PCB	21
3.1 Expozícia z matky na dieťa cez materské mlieko	21
3.2 Kontaminovaná potrava	22
3.2.1 Konzumácia rýb s obsahom PCB	23
3.2.2 Konzumácia lokálnych výrobkov z kontaminovanej oblasti PCB	23
4 VPLYV EXPOZÍCIE PCB NA ĽUDSKÝ ORGANIZMUS.....	25
4.1 Ekzém dojčiat.....	26
4.2 Defekty chrupu.....	26
4.3 Zmeny veľkosti týmusu detí	28
4.4 Štítna žľaza.....	29
4.5 Poruchy sluchového aparátu	30
4.6 Karcinogénne dôsledky	30

5	HODNOTY PCB V SÉRE LUDÍ.....	32
	PRAKTICKÁ ČASŤ.....	34
6	CIEĽ PRÁCE	34
6.1	Vedľajšie ciele.....	34
7	STANOVENIE HYPOTÉZ.....	35
8	METODIKA PRÁCE	36
8.1	Zber a spracovanie údajov	36
8.2	Charakteristika skúmaného súboru	37
8.3	Charakteristika vybraných PCB kongenéroov	39
9	VÝSLEDKY PRÁCE.....	41
10	DISKUSIA	50
	ZÁVER	52
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	53

Zoznam obrázkov

Obrázok č. 1 Všeobecná chemická štruktúra chlórovaných bifenylov	14
Obrázok č. 2 Oblasti odobratých vzoriek sedimentu: Šaľa, Nováky, Nemecká, Krompachy, Košice	17
Obrázok č. 3 Bilancia PCB v Slovenskej republike.....	18
Obrázok č. 4 Mapa okresu Michalovce (výroba PCB) a okresu Stropkov	19
Obrázok č. 5 Koncentrácia organochlórovaných substancií v tkanive placenty matiek, v skupine 12-mesačných detí s prítomným a neprítomným ekzémom	26
Obrázok č. 6 Hypoplázia zubov u 11-ročných detí.....	27
Obrázok č. 7 Hypodoncia zubov u 11-ročných detí.....	27
Obrázok č. 8 Namerané koncentrácie PCB v sére vo vzorke 2500 dospelých ľudí...	32

Zoznam tabuliek

Tabuľka č. 1 Základné charakteristiky sledovaného súboru matiek	37
Tabuľka č. 2 Charakteristika vybraných PCB kongenérovo.....	40
Tabuľka č. 3 Vzťah medzi vekom matky a koncentráciou PCB kongenérovo v pupočníkovej krvi.....	41
Tabuľka č. 4 Vzťah medzi hmotnosťou matky na začiatku tehotenstva s koncentráciou PCB kongenérovo.	44
Tabuľka č. 5 Parita a koncentrácie PCB kongenérovo.	45
Tabuľka č. 6 Koncentrácie PCB kongenérovo podľa vzdelania matky.....	49

Zoznam grafov

Graf č. 1 Zamestnanosť matiek počas tehotenstva v %	38
Graf č. 2 Typ dosiahnutého vzdelania matky.....	38
Graf č. 3 Parita	39
Graf č. 4 Závislosť koncentrácie PCB153 od veku matky.....	42
Graf č. 5 Závislosť koncentrácie PCB 138 od veku matky.....	42
Graf č. 6 Závislosť koncentrácie PCB180 od veku matky.....	43
Graf č. 7 Závislosť koncentrácie PCB 138 od hmotnosti matky na začiatku tehotenstva.....	44
Graf č. 8 Percentuálny podiel PCB153 v hodnote nad a pod mediánom v pupočníkovej krvi matiek podľa stavu zamestnanosti	46
Graf č. 9 Percentuálny podiel PCB138 v hodnote nad a pod mediánom v pupočníkovej krvi matiek podľa stavu zamestnanosti	47
Graf č. 10 Percentuálny podiel PCB180 v hodnote nad a pod mediánom v pupočníkovej krvi matiek podľa stavu zamestnanosti	47

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

- BMI** body mass index, index telesnej hmotnosti
- CNS** central nervous system, centrálna nervová sústava
- DDT** dichlorodiphenyltrichloroethane, dichlórdifenyiltrichlóretán
- DPOAEs** distortion product otoacoustics emissions,
skreslený produkt otoakustických emisií
- ft4** free thyroxine, voľný tyroxín
- PCB** polychlorinated biphenyls, polychlórované bifenyly
- PCDDs** polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, polychlórované dibenzo-*p*-dioxíny
- PCDFs** dibenzofurans, dibenzofurány
- POP** persistent organic pollutants, perzistentné organické polutanty
- DDE** dichlorodipenyldichloroethylene, dichlórdifenyldichloroetylén
- OAE** otoacoustics emissions, otoakustické emisie
- OH-PCBs** hydroxylated polychlorinated biphenyls metabolites,
hydroxylové metabolity polychlórovaných bifenylov
- TSH** thyroid stimulating hormone, tyreotropný hormón
- T4** thyroxine, tyroxín
- T3** triiodothyronine, trijódtyronín

ÚVOD

Faktory životného prostredia sú dôležitými determinantmi zdravia. Na zdravie človeka majú 20 – 30% vplyv spomedzi ostatných determinantov zdravia. (Šulcová a kol., 2012) Globálnym problémom sa stalo aj znečistenie prostredia polychlórovanými bifenyli – PCB. Polychlórované bifenyly sú chemické zlúčeniny, ktoré majú preukázané toxické účinky na živé organizmy vrátane človeka. (Passatore et al., 2014)

Na Východnom Slovensku sa začalo s ich produkciou v roku 1959 v chemickom závode Chemko Strážske. Hoci je ich výroba od januára 1984 zastavená, dodnes patrí táto oblasť východného Slovenska medzi regióny najviac znečistené PCB-fenyli. (Jurečková a kol., 2010) Kontaminované sú sedimenty riek až po Zemplínsku Šíravu. V rybom tuku a tuku u iných živočíchov boli zistené PCB a ich následným konzumovaním sa dostali až k ľuďom. Zdravotné komplikácie teda môžu postihovať nielen ľudí exponovaných profesionálne, ale aj bežnú populáciu tohto územia. V areáloch priemyselných podnikov sa dodnes nachádzajú skládky odpadu z výroby PCB a naďalej predstavujú environmentálnu záťaž prostredia. (Jurečková a kol., 2010; Kováč D., Kováč J., 2011)

Epidemiologické štúdie predpokladajú, že väčšina negatívnych účinkov na zdravie človeka je výsledkom dlhodobej expozície PCB. Expozícia ľudského organizmu PCB môže ovplyvňovať napr. imunitný systém, reprodukčný systém, vznik karcinogén, ale aj na hormonálny systém a neuropsychický rast a vývin človeka. (Carpenter, 2006; Čižnár a kol., 2009; Langer, 2010; Loganathan, Masunaga, 2015; Passatore et al., 2014)

Vzhľadom na stále pretrvávajúce znečistenie životného prostredia PCB a ich nepriaznivé účinky na zdravie človeka je dôležitá problematika PCB na Slovensku, ale aj v iných oblastiach sveta naďalej monitorovať a riešiť nakladanie so skládkami tohto odpadu. (Jurečková a kol., 2010; Kováč D., Kováč J., 2011)

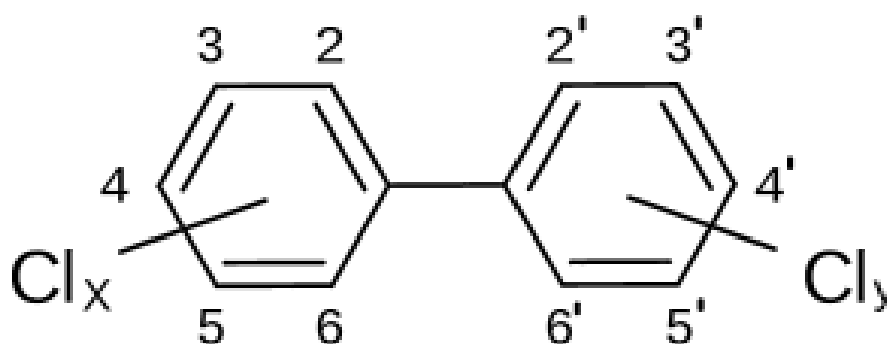
1 POLYCHLÓROVANÉ BIFENYLY

Polychlórované bifenyly sú organické látky, ktoré z chemického hľadiska vznikajú substituovaním jedného až desiatich atómov chlóru na voľných uhlíkoch bifenyly. Chemická štruktúra bifenyly pozostáva z dvoch benzénových jadier spojených jednoduchou väzbou. (Obr. č.1) Nakoľko môžeme substituovať rôzny počet atómov chlóru, tým narastá aj počet kongenéro PCB, ktorých môže takto vzniknúť až 209 typov. S vyšším počtom substituovaných chlórů narastá aj ich odolnosť voči chemickému a biologickému odbúravaní, a tým sa zvyšuje aj ich odolnosť v životnom prostredí. (Jurečková a kol., 2010; Passatore et al. 2014)

V sledovaní výskytu PCB sa z týchto kongenéro používajú tzv. indikátorové kongenéry, ktoré v chemickom testovaní zastupujú všetky ostatné zmesi. Medzi indikátorové kongenéry zaraďujeme č. 28 (trichlórbifenyly), č.52 (tetrachlórbifenyly), č.101 (pentachlórbifenyly), č.138, č.153 (hexachlórbifenyly) a č. 180 (heptachlórbifenyly). (Danielovič a kol., 2009)

Polychlórované bifenyly majú preukázané toxické účinky ako na človeka, tak aj na iné živé organizmy. Ich vlastnosťou je dobrá rozpustnosť v organických rozpúšťadlách, vrátane živočíšnych tukov a olejov, takže sa ľahko kumulujú v živom organizme, pričom v čistej vode sú takmer nerozpustné. (Vorkamp, 2016; Kováč J., Kováč D. 2011)

Obrázok č. 1 Všeobecná chemická štruktúra chlórovaných bifenylov



Prameň: Passatore et al., 2014

1.1 História vzniku PCB

PCB syntetizoval Swain v roku 1881, a to o osem rokov neskôr po tom, čo Ziedler syntetizoval prvé DDT látky, u ktorých sa neskôr zistil ich insekticídny účinok švajčiarskym chemikom Müllerom. Prítomnosť PCB v životnom prostredí ako prvý zistil Sören Jensen v 60. rokoch 20. storočia. Tieto perzistentné organické polutanty – POP, preňho vtedy neznáme, spozoroval pri sledovaní kumulácie iných POP látok v tuku orliaka morského. Nevedel si vysvetliť odkiaľ sa tieto látky v tuku tohto vtáka vzali a svoje ďalšie zistenia a výsledky publikoval až o niekoľko rokov neskôr. PCB sa nachádzali v znečistených jazerách, oceánoch a živočích, ktoré v nich žili, boli nimi následne kontaminované. PCB sa tak dostávali k ľuďom a zvieratám cez konzumáciu napr. rýb z týchto znečistených rezervoárov, keďže PCB sa nerozpúšťali vo vode, ale v tuku rýb sa dobre kumulovali. (Langer a kol., 2012)

1.2 Výroba vo svete

Začiatok produkcie PCB sa datuje už od roku 1929, kedy ich začalo medzi prvými vyrábať USA, a neskôr sa k tejto výrobe pridali aj ostatné štáty sveta. PCB boli produkované pod rozličnými názvami. V USA pod názvom Aroclor, Chlorextol, Clophen, v bývalom Československu ako Delor (Chemko, Strážske), v Taliansku Fenclor, v Japonsku Kanechlor, a vo Francúzsku pod názvom Phenoclor a Pyralene. (Vorkamp, 2016)

O toxicite PCB sa v začiatkoch ich výroby nevedelo. Testy uskutočnené na zvieratách pripisovali týmto látkam nízku toxicitu. Toxický účinok nebol potvrdený a výroba PCB ďalej pokračovala. Až v sedemdesiatych rokoch sa objavili informácie o ich toxicite a globálnom znečistení životného prostredia. (Jurečková a kol., 2010)

„V roku 2004 vstúpil do platnosti tzv. Stockholmský dohovor o perzistentných organických polutantoch (POPs) a signatárske štáty sa zaviazali zastaviť výrobu a šírenie 12 najtoxickejších tzv. perzistentných organochlórovaných polutantov (POPs).“ (Langer a kol., 2012, s.5)

1.3 Využitie PCB

Priemyselné využitie PCB priamo súviselo s ich fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami. Tieto vlastnosti zahŕňali odolnosť voči kyselinám a zásadám, výbornú kompatibilitu s organickými materiálmi. Navyše mali dobrú odolnosť proti oxidácii a redukcii, a k tomu výborné izolačné vlastnosti ako nehorľavosť a tepelná stabilita. Zároveň sú tieto vlastnosti zodpovedné za globálnu environmentálnu kontamináciu životného prostredia. (Loganathan, Masunaga, 2015)

Odhaduje sa, že na svete sa vyrobilo okolo 1,5 milióna ton PCB. „Používali sa napr. ako náplne transformátorov, kondenzátorov, teplo výmenných a hydraulických systémov, prísady do náterových a plastických hmôt, tlačiarenských farieb, lepidiel, brúsnych kotúčov, cementov omietok, kopírovacích papierov, ako mazivá, inhibítory horenia, ba dokonca existovali návrhy používať ich pri výrobe žuvačiek.“ (Jurečková a kol., 2010, s. 14)

2 ZNEČISTENIE ÚZEMIA SLOVENSKA PCB

Hlavným zdrojom znečistenia životného prostredia PCB v minulosti bola výroba a ich použitie v priemysle a poľnohospodárstve. Dnes sa dostávajú do prostredia kvôli nesprávnemu nakladaniu s týmto nebezpečným odpadom. Procesy s ich nakladaním nasledované zavlážením a záplavami viedli k environmentálnemu znečisteniu poľnohospodárskych území, lúk, povodí riek a následne ku kontaminácii ich sedimentu. V štúdii zameranej na zistenie množstva PCB a ďalších organických polutantov v sedimente riek sa vybralo päť oblastí Slovenska, v ktorých dochádza k produkcii nebezpečného odpadu s obsahom POPs. (Obr. č.2) V Šali je to chemický závod Duslo, Petrochemická rafinéria v Nemeckej a metalurgický závod Kovohúty v Krompachoch. Ďalším zdrojom odpadu je v Košiciach hutnícky závod U.S. Steel a v Novákoch chemický závod na výrobu chlórovaných parafínov. V týchto oblastiach sa v rokoch 2006 – 2007 zozbierali vzorky na viacerých miestach z dnového sedimentu tridsiatich štyroch riek. Najviac znečistenými oblasťami boli Krompachy a Košice, pričom oblasť Košíc mala spomedzi ostatných oblastí najvyššie hladiny PCB. Zdá sa, že dlhodobá priemyselná činnosť hutníckych a chemických závodov spolu so spaľovaním odpadu spôsobila zvýšený obsah POPs v dnovom sedimente riek. (Čonka et al., 2014)

Obrázok č. 2 Oblasti odobratých vzoriek sedimentu: Šaľa, Nováky, Nemecká, Krompachy, Košice



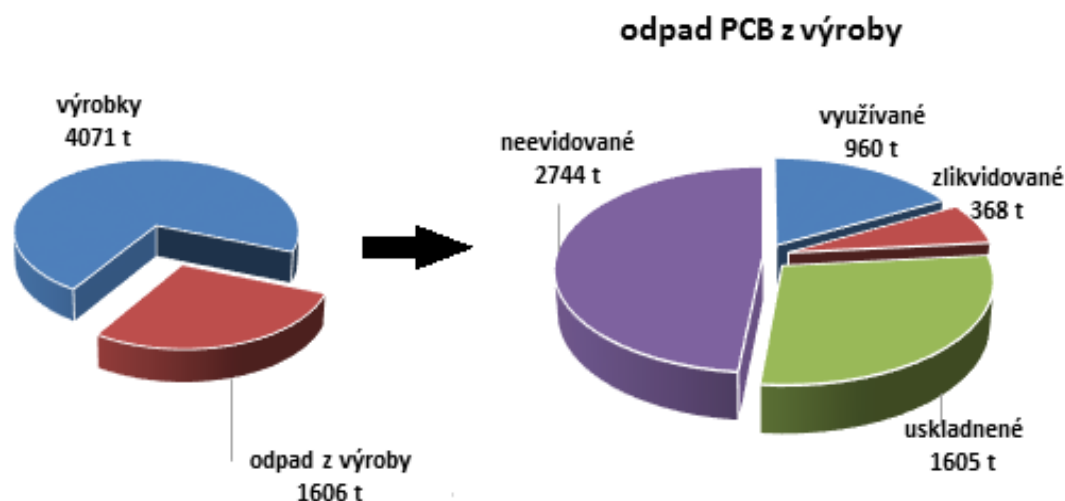
Prameň: Čonka et al., 2014

„Odhaduje sa, že približne 20% zo spotrebovaného množstva PCB sa dostalo do životného prostredia. Z toho asi 5 % do ovzdušia pri vyparovaní a spaľovaní a 10 – 15 % do vody a pod jej hladinu. Hlavným zdrojom vstupu do atmosféry je ich redistribúcia (spätne uvoľňovanie) z pôdy do vody.“ (Danielovič a kol., 2009, s. 9) Za najzávažnejší zdroj PCB, z ktorého uniklo až 52 % látok, považujeme najmä skládky tohto odpadu v okolí ich výroby a použitia. (Danielovič a kol., 2009)

2.1 Východné Slovensko

„Z celosvetovo vyprodukovaných 1,5 miliónov ton PCB sa až 21 500 ton vyprodukovalo v závode Chemko Strážske na východnom Slovensku v rokoch 1959 – 1985.“ (Trnovec et al., 2008, s. 183) Bohužiaľ, veľké množstvo odpadu uniklo už v prvej polovici produkcie PCB do prostredia cez pôdu a vodnou cestou. (Kočan et al., 2001) Z celkovo vyrobených 5677 ton PCB vrátane odpadu sa využilo 960 ton a zlikvidovalo 68 ton PCB. Až 2744 ton PCB je neevidovaných. Zvyšných 1605 ton PCB odpadu z výroby je skladovaných a čaká sa na ich bezpečné odstránenie. (Obr. č.3) (Danielovič a kol., 2009)

Obrázok č. 3 Bilancia PCB v Slovenskej republike



Prameň: Danielovič a kol., 2009

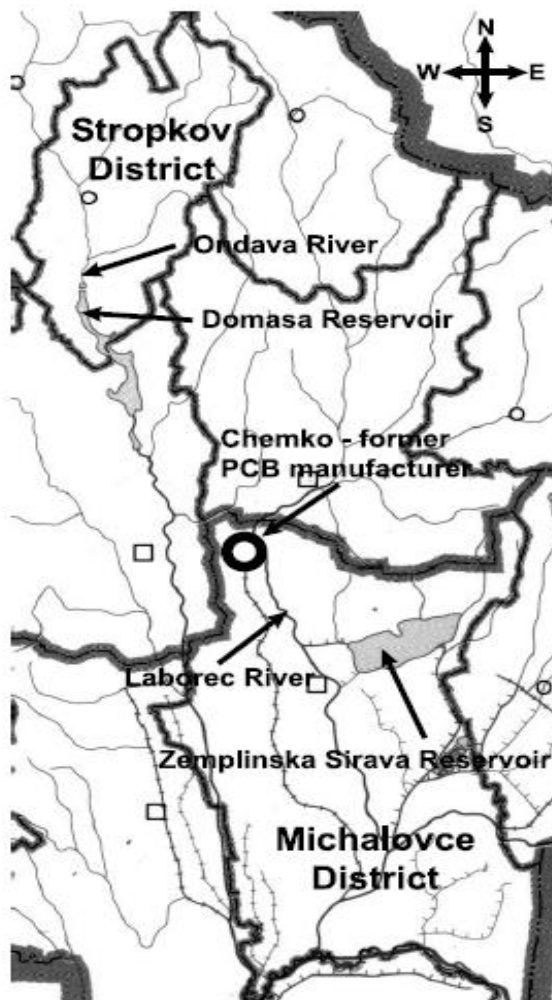
Vzhľadom na množstvo vyprodukovaných ton PCB sa tieto zvyšky ešte stále nachádzajú v okolitej pôde, vo vzduchu a vode, a to nielen v okolí bývalej továrne Chemko. Príčinou je fakt, že odpad bol vypúšťaný bez akýchkoľvek opatrení aj do blízkej

rieky Laborec a do jazera Zemplínska Šírava odkiaľ sa tento odpad šíril na vzdialenejšie miesta. (Langer et al., 2005)

„Obsah PCB v dnovom sedimente Šíravy je asi 1000-krát vyšší ako v neďalekej Domaši a ryby v nej ulovené obsahujú také vysoké hladiny PCB, že je zakázané ich konzumovať.“ (Langer et al., 2005, s.14)

Podľa zistení štúdie Kočana a kolektívu sa v mieste výroby PCB v Chemku Strážske zistili ich zvýšené hladiny nielen vo vzduchu, pôde, vode, ale aj u zvierat a ľudí v okolí 250 km² od tohto miesta. Na obrázku vidíme oblasť výroby závod Chemko a jeho polohu vzhľadom na okolité rieky a jazerá. Taktiež vidíme aj vzdialenosť a polohu medzi okresom Michalovce a kontrolnou oblasťou Stropkov. (Obr. č.4) (Kočan et al., 2001)

Obrázok č. 4 Mapa okresu Michalovce (výroba PCB) a okresu Stropkov



Prameň: Kočan et al., 2001

Vzorky odobraté zo vzduchu v dedine z okresu Michalovce, v ktorých boli hladiny PCB 1700 ng/m^3 , sa porovnávali so vzorkami z kontrolnej oblasti okresu Stropkov. Tu boli vo vzorke vzduchu hodnoty PCB podstatne nižšie, len 80 ng/m^3 . Vypúšťanie odpadových látok z výroby cez strážsky kanál spôsobilo kontamináciu Zemplínskej Šíravy aj rieky Laborec. Množstvo PCB v sedimente strážskeho kanálu dosahuje hodnotu okolo 3000 mg/kg PCB . V porovnaní hodnôt $0,007 - 0,052 \text{ mg/kg}$ z okresu Stropkov, sú v okrese Michalovce hodnoty oveľa vyššie, a to v rozmedzí $1,7 - 6 \text{ mg/kg}$. (Kočan et al., 2001)

3 DETERMINANTY EXPOZÍCIE PCB

V súčasnej dobe PCB stále predstavujú celosvetový problém. V dôsledku atmosférického prenosu sa stali všadeprítomnými environmentálnymi polutantmi. PCB môžeme nájsť už aj na miestach, kde neboli nikdy používané, ako sú polárne oblasti a hĺbky oceánov. Polychlórované bifenyly sú lipofilné chemické látky, ktoré vstupujú cez lipofilné časti membrány do ľudského organizmu. Vďaka tomu umožňujú vstrebávanie toxických hydrofilných chemických látok, ktoré by inak neboli schopné cez lipofilné membrány preniknúť. (Passatore et al., 2014)

Účinky PCB na ľudský organizmus sa prejavovali najskôr najmä u ľudí, ktorí pracovali pri ich výrobe. Išlo o profesionálnu expozíciu. Tieto látky sa avšak postupom času dostali aj do životného prostredia, či už z odpadových látok vypúšťaných do vody alebo uskladňovaných v pôde. Odpadovými látkami v pôde a vode sa kontaminovali rastliny a živočíchy ako napr. ryby, tie sa ďalej v potravinovom reťazci konzumovali inými zvieratami. PCB sa tak dostali až na vrchol potravinového reťazca k človeku, ktorý skonzumoval výrobky zo zvierat a rastlín už predtým kontaminovaných. (Sonnenborn et al., 2008)

PCB môžu prechádzať aj transplacentárne k plodu, t.j. z matky na dieťa už počas perinatálneho vývoja. Dojčatá sú exponované prostredníctvom materského mlieka. (Jan et al., 2007) Okrem potravinovej expozície môže byť organizmus exponovaný PCB aj inhalačne. (Wang et al., 2013)

Znížením environmentálnej kontaminácie PCB môžeme znížiť aj ich akumuláciu v potravinovom reťazci. Takto by sme znížili príjem PCB ľuďmi a zároveň ich toxické účinky na zdravie. (Loganathan, Masunaga, 2015)

3.1 Expozícia z matky na dieťa cez materské mlieko

U dojčiat je materské mlieko zdrojom vitamínov, životne dôležitých živín a protilátok. Deti si ním budujú vyššiu imunitu a sú odolnejšie voči infekciám. Tiež sa zistilo, že dojčenie znižuje riziko vzniku syndrómu náhleho úmrtia dojčiat – SIDS, obezity, ochorenia na diabetes mellitus a má iné zdraviu prospešné účinky. Na druhej strane však dojčenie prispieva k expozícii dieťaťa PCB. Pre novorodené dieťa je práve materské

mlieko významným zdrojom PCB, keďže iný zdroj potravy a príjem zo životného prostredia predstavujú len nízky podiel na tejto expozícii PCB. (Walker, 2010)

„Počas dlhotrvajúceho obdobia dojčenia môže matka zo svojho organizmu vylúčiť 20- 30% svojej telovej záťaže toxickými látkami a preniesť ich na novorodenca.“ (Kováč J., Kováč D., 2011, s.120)

S priebehom procesu laktácie sa mení aj zloženie mlieka. Zrelé mlieko obsahuje viac tuku, a preto predpokladáme, že v zrelom materskom mlieku bude koncentrácia PCB vyššia v porovnaní s kolostrom obsahujúcim menej tuku. Na takúto možnosť sa zamerala aj štúdia, v ktorej sa zisťovali koncentrácie PCB v kolostre odobratom v 4. a 5. dni po pôrode, a v zrelom materskom mlieku odobratom v 14. dni po pôrode. Hoci sa v kolostre nachádzalo menej tuku ako v zrelom materskom mlieku, nepreukázal sa významný rozdiel v koncentráciách PCB. Expozícia polychlóvaným bifenylokom u dojčiat je rovnaká ako v prvých dňoch, tak aj v nasledujúcich dňoch dojčenia materským mliekom. (Yu et al., 2007)

3.2 Kontaminovaná potrava

Expozíciu PCB prostredníctvom potravy predstavuje najmä konzumácia lokálne vyprodukovaných výrobkov, čiže z rastlín a zvierat pestovaných a chovaných v kontaminovanej oblasti. (Sonnenborn et al., 2008)

V rastlinách sa PCB nachádzajú najviac v povrchových vrstvách koreňovej zeleniny. Pred jedením sa týchto vrstiev zbavujeme ošúpaním alebo umytím, čím sa nami prijatý obsah PCB zníži. U rastlín ako sú žihľava dvojdomá a ďatelino-trávne miešanky sa zistili nízke dávky PCB v maximálnej hodnote 2 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Štatisticky významný vzťah medzi kontamináciou pôdy, na ktorej rástli a obsahom PCB v samotnej rastline sa nepreukázal. Predpokladá sa, že tieto rastliny prijímajú PCB priamo z atmosféry a kontaminovaná pôda je až sekundárnym zdrojom PCB. Konzumácia kontaminovaných rastlín predstavuje expozíciu PCB pre hospodárske zvieratá. Po dlhodobom konzumovaní sa v tukovom tkanive zvierat môžu objaviť dávky kontaminácie PCB a ich následnou konzumáciou sa dostanú až k človeku. (Danielovič a kol., 2009)

Pre človeka sú produkty zo zvierat najväčším zdrojom príjmu PCB. (Boada et. al., 2014)

3.2.1 Konzumácia rýb s obsahom PCB

Zvýšené hladiny PCB v sére ľudí v súvislosti s konzumáciou rýb z kontaminovaných zdrojov sa sledovali vo viacerých štúdiách z rôznych oblastí sveta. Požitie kontaminovaných rýb je všeobecne považované za významný determinant expozície PCB. Významným determinantom expozície je dlhodobá konzumácia rýb hlavne na Faerských ostrovoch na severe v Atlantickom oceáne. Hladiny PCB sa tu pohybujú v hodnotách 1200 ng/g tuku u detí konzumujúcich rybí tuk, naproti nižším hodnotám 900 ng/g tuku u nekonzumentov rýb. (Langer et al., 2007)

Zvýšené hladiny, v priemere 1100 ng/g tuku, majú aj ženy z Aljašky, ktoré majú vysoký denný príjem z konzumácie morských cicavcov. (Rubin et al., 2001)

Podobne sa aj v ďalšej štúdii z Grónska za dominantný príjem PCB určil tuk z tuleňov a veľrýb. Tieto ryby sú typickou zložkou potravy pre miestnych obyvateľov. (Johansen et al., 2004)

V porovnaní o trochu nižšie hladiny s predchádzajúcimi uvedenými 584,8 ng/g tuku, boli nájdené u vzorke tridsiatich deviatich žien zo Švédska. Tieto ženy konzumovali za týždeň minimálne jednu a viac porcií z rýb. (Glynn et al., 2003)

Kanadská štúdia dokonca označila konzumáciu rýb za najsilnejší faktor, ktorý predpovedá zvýšené koncentrácie PCB v tukovom tkanive prsníkov u žien. (Paris-Pombo et al., 2003)

3.2.2 Konzumácia lokálnych výrobkov z kontaminovanej oblasti PCB

V porovnaní s prímorskými štátmi, ryby nie sú typickým jedlom pre vnútrozemské štáty. Je nutné zamerať sa aj na ostatné vo vyššej miere konzumované produkty, ktoré môžu obsahovať zvýšené hladiny PCB.

Štúdia z oblasti Michaloviec a Svidníka bola zameraná na zistenie koncentrácie PCB v lokálne produkovaných jedlách s vysokým obsahom tuku. U týchto výrobkov sa očakával vyšší príjem PCB v porovnaní s konzumáciou výrobkov z maloobchodných sietí. Zisťovali sa aj ich dávky príjmu v gramoch. Sledovali sa produkty: mlieko, hovädzie a bravčové mäso, kuracie mäso a ryby, masť, maslo, vajička, resp. produkty typické pre danú oblasť a miestnu výrobu. Najväčší príjem tukov za deň predstavovali bravčové mäso, vajcia a mlieko. U obyvateľov okresu Svidník boli zistené hladiny PCB v rozmedzí 267-

319 ng/g tuku. Vyššie hodnoty PCB v rozmedzí 527- 630 ng/g tuku, boli zistené u obyvateľov okresu Michalovce, teda regiónu, kde sa PCB v minulosti vyrábali. Denný príjem tukov z lokálnych výrobkov predstavoval 0,1 – 20 g za deň. Výsledky štúdie potvrdili, že konzumácia lokálnych výrobkov s vysokým obsahom tuku viedla k vyšším hladinám PCB v sére. Takéto výrobky predstavujú teda významný faktor expozície PCB. (Sonnenborn et al., 2008)

Podobné výsledky boli zistené aj v štúdiu z oblasti Zhejiang v Číne, kde zdrojom PCB sú najmä spaľovne komunálneho odpadu. Vo všetkých jedlách lokálne produkovaných v tejto oblasti sa našli v priemere 3,5-krát vyššie hladiny PCB v porovnaní so štandardnými hodnotami stanovenými odbornou komisiou na prísady v potravinách – JECFA. Denný príjem týchto výrobkov, a tým nežiadúcich organických polutantov, predstavuje zvýšené riziko pre zdravie miestnych obyvateľov. (Shen et. al., 2017)

4 VPLYV EXPOZÍCIE PCB NA ĽUDSKÝ ORGANIZMUS

PCB môžu negatívne pôsobiť nielen na životné prostredie ale aj na zdravie ľudí. „Dávka PCB, ktorá sa bežne dostáva do ľudského organizmu (hlavne cez potravinový reťazec – až 95% príjmu) nepredstavuje okamžité ohrozenie zdravia človeka.“ (Danielovič a kol., 2009, s.1) Epidemiologické štúdie naznačujú, že väčšina z týchto účinkov je výsledkom dlhodobej expozícii PCB. Istá hladina PCB v ľudskom organizme môže mať významný vplyv na viacero systémov v tele, napr. imunitný systém, reprodukčný systém, ale aj na hormonálny systém, neuropsychický rast a vývin a iné. O relevantnosti týchto znečisťujúcich látok na ľudské zdravie pojednáva viacero odborných článkov publikovaných v posledných rokoch. (Carpenter, 2006; Loganarhan, Masunaga, 2015; Langer, 2010; Otake et al., 2007)

Danielovič a kol., zistili napr. zmeny veľkosti a objemu štítnej žľazy a detskej žľazy – týmus pri vyššej expozícii PCB. Tiež bol zistený zvýšený výskyt ekzémov nielen u ľudí profesionálne exponovaných PCB, ale aj u dojčiat. Vplyvom PCB môže tiež dôjsť k defektom vo vývoji chrupu detí a k zmenám v koncentrácii hormónov v krvi človeka. (Danielovič a kol., 2009; Jan et al., 2007; Gaum et al., 2016; Yard et al., 2011)

Epidemiologické aj experimentálne výskumy naznačili alebo preukázali vzájomný vzťah medzi vystavením sa znečisťujúcim látkam a vznikom celého radu metabolických ochorení ako je diabetes 2. typu, obezita, ale aj metabolický syndróm a choroby nealkoholického stukovatenia pečene. (Carpenter, 2006; Taylor et al., 2013; Thayer et al., 2012; Ukropec et al., 2010)

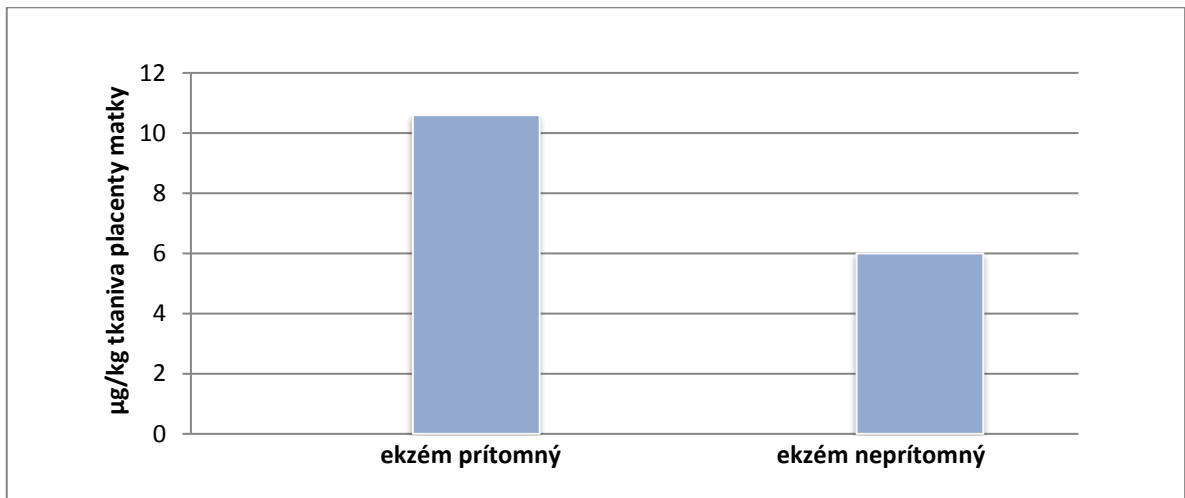
Potenciálna neurotoxicita PCB bola rozsiahle skúmaná na ľuďoch aj na laboratórnych zvieratách. Vystavenie niektorým chlórovaným organickým zlúčeninám, vrátane PCB, môže spôsobiť kognitívne a motorické deficity. (Wigle et al., 2008; Boix et al., 2010) Zmeny kognitívnych funkcií spolu so zmenami v hladinách mozgových neurotransmiterov boli pozorované v experimentálnej štúdií na potkanoch exponovaných toxickým látkam vrátane PCB. (Bushnell, 2015)

V súvislosti s koncentráciami kongenému PCB153 sa u štvorročných detí exponovaných PCB v prenatalnom období pozorovali možné škodlivé účinky na ich neuropsychický vývin a problémy s pozornosťou. (Forns et al., 2012) Výsledky nás varujú pred environmentálnymi kontaminantmi, ktoré môžu ovplyvniť mentálne zdravie budúcej generácie. (Forns et al., 2012; Sioen et al., 2013)

4.1 Ekzém dojčiat

Dôsledky vyšších koncentrácií PCB a ich prenos z matky na dieťa sa môžu preukázať výskytom porúch na koži u dieťaťa do dvoch rokov, a to formou rôznych typov ekzému ako napr. kontaktný alergický ekzém a iné poruchy. Najčastejšie ide o atopickú dermatitídu. Prvé náznaky ochorenia sa prejavujú už v prvom roku života u 60% prípadov. Na výskyt tohto kožného ekzému u detí má vplyv genetická predispozícia, ale okrem iného aj zvýšená prítomnosť organochlórových zlúčenín v organizme dieťaťa. Deti, u ktorých sa prejavil ekzém v prvom roku života, mali koncentrácie organochlórových substancií v tkanive placenty ich matiek významne vyššie, a to konkrétne hodnoty 10,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ oproti hodnotám 6,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ u detí bez prítomnosti ekzému. (Obr. č.5) Prítomnosť týchto látok v organizme dieťaťa je jedným z preukázaných faktorov vzniku ekzému v prvom roku života. (Čižnár a kol., 2009)

Obrázok č. 5 Koncentrácia organochlórovaných substancií v tkanive placenty matiek, v skupine 12-mesačných detí s prítomným a neprítomným ekzémom



Prameň: Čižnár a kol., 2009

4.2 Defekty chrupu

„Vývoj zubov je regulovaný geneticky, citlivo však reaguje na environmentálne poruchy. Odchýlky vo funkcii buniek formujúcich zub spôsobujú trvalé morfológické následky.“ (Kováč D., Kováč J., 2011, s.122)

Faktory, ktoré nepriaznivo pôsobia už pri fáze kalcifikácie a maturácie skloviny, môžu viesť k nedostatku mineralizácie, ktorá môže vyústiť do kvalitatívnych vývojových porúch tvorby skloviny. Takéto zmeny v sklovine označujeme ako opacity. (Jan et al., 2007)

Zubná sklovina pri hypoplázii môže byť tenká a drsná, rôzne sfarbená až do žltohneda. (Obr. č.6) Okrem porúch skloviny môže v mliečnom chrupe dôjsť aj k hypodoncii – zníženému počtu zubov. (Obr. č.7) Hypodoncia vo všeobecnosti označuje neprítomnosť zubov v chrupe, pričom môže chýbať jeden až šesť zubov. Väčšinou sa v mliečnom chrupe nenachádzajú zuby v hornej čeľusti, najmä bočné rezáky. V trvalom chrupe sa nemusia vyskytnúť zuby v hornej aj v dolnej čeľusti, pričom ide často o tretie stoličky - moláre, ale aj dolné druhé premoláre a horné bočné rezáky. (Fekonja, 2005; Kováč D., Kováč J., 2011)

Obrázok č. 6 Hypoplázia zubov u 11-ročných detí



Prameň: Langer a kol., 2012

Obrázok č. 7 Hypodoncia zubov u 11-ročných detí



Prameň: Langer a kol., 2012

Vzťah vplyvu PCB po dlhotrvajúcej expozícii na výskyt týchto defektov v mliečnom a trvalom chrupe sa testoval a preukázal na vzorke 8 a 9 ročných detí z východnej oblasti Slovenska. V štúdiu sa u sledovaných detí v trvalom chrupe vyskytli tri typy poškodenia skloviny. Išlo konkrétne o poškodenia ako sú hypoplázia, ohraničené opacity a opacity difúzne. V mliečnom chrupe boli prítomné vývojové defekty skloviny u 4,5 % z celkovo 3523 vyšetrených mliečnych zubov. Prítomnosť týchto defektov u mliečnych zubov bola významne vyššia u detí s vyššou expozíciou PCB. (Jan et al., 2007)

4.3 Zmeny veľkosti týmusu detí

„Týmus je miestom vývoja T-lymfatických buniek, lymfatický orgán v strede hornej časti hrudníka za hrudnou kosťou.“ (Schwab, 2012, s. 3686) Počas adolescencie dosahuje týmus veľkostne svoje maximum a hmotnosť od 30g do 40g. Po tomto období svoju veľkosť znižuje až kým v dospelosti nezanikne. (Rovenský, Payer, 2009)

Tento plochý dvojlaločný orgán má významnú úlohu v imunitnom systéme, keďže sa v ňom T-lymfocyty diferencujú a dozrievajú. T-lymfocyty chránia organizmus pred rakovinou, vírusmi a intracelulárnymi baktériami a u detí je považovaný za primárny lymfatický orgán dôležitý pre ich imunitný systém. Prvá takáto štúdia u ľudí preukázala súvislosť medzi vyššími hodnotami PCB v sére matiek a výskytom menšej veľkosti týmusu u detí pri pôrode, a teda po prenatálnej expozícii. Vyššia expozícia PCB v prenatálnom období môže narušiť, prípadne spomaliť správny vývoj imunity dieťaťa. (Park et al., 2008)

V novšej štúdiu vykonanej na rovnakej vzorke matiek a detí, konkrétne z oblasti Michaloviec a Svidníka, sa testoval vplyv PCB na týmus detí z hľadiska postnatálnej expozície. Sledované hodnoty u postnatálnej expozície PCB 6-mesačných detí boli v porovnaní s hodnotami ich prenatálnej expozície vyššie. Zároveň aj veľkosť týmusu bola menšia ako pri narodení. Na to, aby sme s istotou mohli potvrdiť, že expozícia PCB a následné zmenšenie týmusu je preukázaná, sú potrebné ešte ďalšie testovania a skúmania v tejto oblasti. (Jusko et al., 2012)

4.4 Štítna žľaza

Štítna žľaza je najväčšou žľazou v ľudskom tele, ktorá produkuje dôležité hormóny T3– trijódtyronín a T4– tetrajódtyronín, tyroxín, regulujúce rast a celkový vývoj, pričom ich nedostatočná alebo zvýšená produkcia spôsobuje rôzne poruchy vývoja a metabolizmu. (Langer, 2010) V rôznych výskumoch sa často dozvedáme o škodlivých účinkoch environmentálnych toxínov na štítnu žľazu vrátane PCB. Môže ísť o nárast telesnej hmotnosti, depresie a únavy. (Carpenter, 2006; Gaum et al., 2016; Yard et al., 2011)

Hormóny štítnej žľazy hrajú dôležitú úlohu vo vývoji a správnej funkcii centrálnej nervovej sústavy – CNS. Nevyhnutne dôležité sú už počas perinatálnej fázy vývoja. Nedostatok hormónov štítnej žľazy môže byť u detí jedným z etiologických faktorov zodpovedných za neurologické vývojové poruchy. (Otake et al., 2007)

Zdravá a dobre funkčná žľaza je potrebná tak ako pre fyzické, tak aj pre mentálne zdravie človeka. (Gaum et al., 2016)

Preukázalo sa, že expozícia plodu *in utero* hydroxylovým metabolitom PCB – OH-PCBs, môže mať vplyv na hladiny hormónov štítnej žľazy, najmä voľného tyroxínu – fT4 u novorodencov. Ale vplyv kongenétov PCB118, PCB18, PCB153 a PCB180 na hladiny T4 a tyreotropného hormónu – TSH u novorodencov nebol zistený. (Otake et al., 2007)

Po vyšetrení štítnej žľazy ultrazvukom, u viac ako 5000 adolescentov a dospelých z východnej oblasti Slovenska, sa u polovice z nich zistila zväčšená štítna žľaza. Osoby so zväčšenou štítnou žľazou bývali v PCB kontaminovanom prostredí, a okrem veľkosti štítnej žľazy mali aj zvýšené hladiny PCB v krvi. Prípadný vplyv nízkych príjmov jódu na zväčšenie štítnej žľazy sa môže vylúčiť, keďže tieto hodnoty sú dlhodobo sledované a príjem jódu je dostatočný. V tejto oblasti sa okrem zvýšenej prevalencie štítnych žliaz s väčšou veľkosťou spozorovali aj zvýšené hladiny T4 a T3 hormónov, ktoré pozitívne korelujú s vyššími hladinami PCB. Zvýšená hladina T4 hormónu v spojení s hypertyreoidídou sa vyskytol u 2% vyšetrených osôb v populácii žijúcej v znečistenej oblasti PCB. (Langer, 2010) V súčasnosti sa ešte stále sleduje vplyv PCB na štítnu žľazu, či už ide o autoimunitnú tyreoiditídu alebo hypertyreózu. (Langer a kol., 2012)

4.5 Poruchy sluchového aparátu

Súvislosti medzi PCB a ich účinkom na poškodenie sluchu boli už vo viacerých štúdiách skúmané a preukázané. Tieto dôsledky sa preukázali nielen u dojčiat a detí, ale aj u adolescentov a dospelých ľudí. (Palkovičová Murínová et al., 2016)

Ototoxické látky indukujú stratu sluchu špecifickým poškodením kochleárnej funkcie. Poškodzujú predný alebo zadný labyrint, pričom môže popri strate sluchu dôjsť aj k závratom, nevoľnosti a nestabilnej chôdzi. PCB považujeme za pravdepodobné ototoxické látky. (Gatto et al., 2014)

V kohortovej štúdii 351 detí sa analyzovali koncentrácie PCB, konkrétne kongeneru PCB 153 v ich krvi. Vzorky krvi sa odoberali v šiestom, šestnástom a štyridsiatom piatom mesiaci života dieťaťa. Zároveň bola skúmaná aj ich sluchová funkcia. Na zaznamenanie týchto funkcií sa použila bežná skrínigová metóda merania otoakustických emisií (OAEs). Takéto emisie dokážeme evokovať v zdravom uchu, pričom u nepočujúcich nie sú prítomné. Vyššie koncentrácie kongeneru PCB 153 v odobratej krvi súviseli s horšími výsledkami v otoakustických testoch detí vo veku 45 mesiacov. (Jusko et al., 2014)

V ďalšej štúdii tej istej populácie detí sa OAE zisťovali vo veku 72 mesiacov. Zdá sa, že asociácie z predchádzajúcej štúdie ostali stabilné aj počas predĺženého obdobia vývoja. Navyše tieto výsledky podporili hypotézu, že toxický vplyv PCB na funkciu sluchového aparátu môže nastať v období skorého postnatálneho vývoja detí. Zistilo sa, že expozícia PCB môže súvisieť s poruchou kochleárnej funkcie u detí. Hodnoty skresleného produktu otoakustických emisií – DPOAEs detí vo veku 72 mesiacov štatisticky významne súviseli s expozíciou PCB. (Palkovičová Murínová et al., 2016)

4.6 Karcinogénne dôsledky

PCB sú Medzinárodnou agentúrou pre výskum rakoviny – IARC klasifikované ako pravdepodobné ľudské karcinogény. (Kopecký, Müllerová, 2007)

Kongenér PCB 126 je zaradený už do kategórie potvrdený ľudský karcinogén. PCB zmesi sú kompletne karcinogény. Primárne spôsobujú lézie v pečeni, ale taktiež ovplyvňujú aj iné orgány. (Ludewig, Robertson, 2013)

Keďže majú PCB nepriaznivý vplyv a v ľudských tkanivách sa kumulujú, prispievajú tak k zvýšenému riziku vzniku rakoviny. (Ellsworth et al., 2015)

Samotný chemický proces karcinogenity pozostáva z mnoho krokov. Prvým krokom je iniciácia, a teda vyvolanie irreverzibilnej zmeny v sekvencii alebo kvantite DNA. Druhým krokom v tomto procese je promócia, teda zvýšenie rastu takýchto iniciovaných buniek, ktoré je reverzibilné. Vysoko chlórované kongenéry PCB sú účinné promotóry, zatiaľ čo menej chlórované kongenéry sú potenciálnymi iniciátormi procesu. Finálnym krokom je samotný progres tohto procesu. Naďalej sa zvyšujú zmeny v karyotype bunky, a tým sa menia na benígne prípadne až na malígne. (Ludewig, Robertson, 2013)

Výsledky štúdie z oblasti východu Slovenskej republiky prispeli k zvýšeniu pravdepodobnosti, že vysoká environmentálna expozícia organochlórovaným látkam môže byť spojená s vyšším výskytom rakoviny u miestnych obyvateľov. Konkrétne sa v tejto oblasti vyskytli prípady rakoviny žalúdka a rakoviny pľúc. (Pavuk et al., 2004)

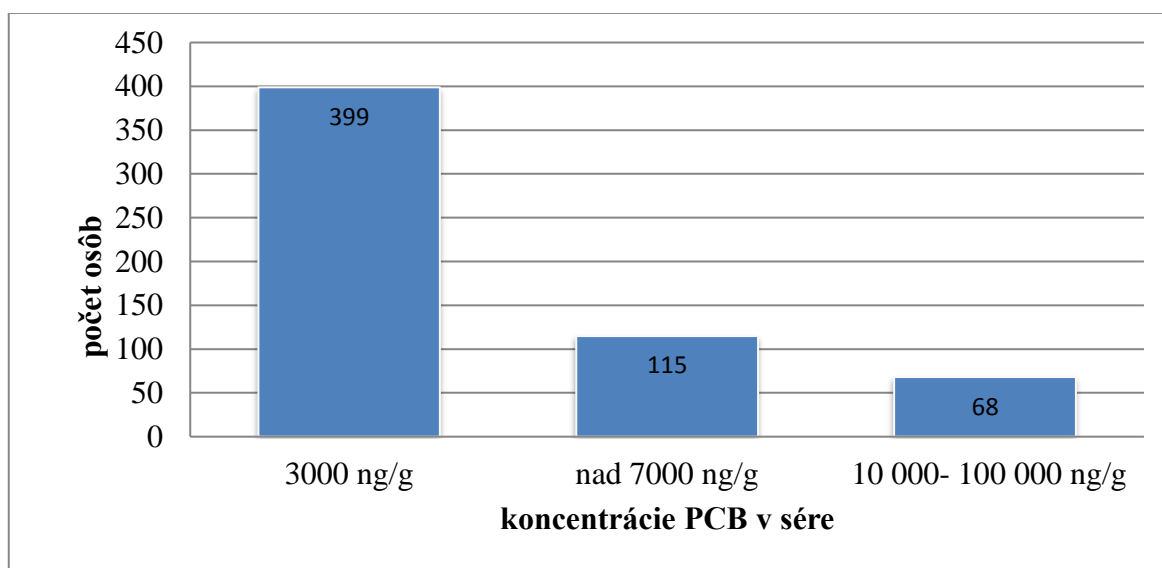
Čoraz viac štúdií sa zaoberá možným vzťahom medzi expozíciou PCB a rakovinou prsníka u žien. Rakovina prsníka je najviac bežne sa vyskytujúcim onkologickým ochorením u žien celosvetovo. V jednej z týchto štúdií sa odobrali vzorky prsného tkaniva u 51 žien bez ochorenia až po ženy s diagnostikovaným karcinómom prsníka. Koncentrácie PCB v prsnom tkanive boli pomerne vysoké, v priemere 293,4 ng/g lipidu. Aj napriek vysokým prítomným koncentráciám PCB v prsnom tkanive žien sa nezistil vzťah medzi PCB a stavom ochorenia, resp. závažnosťou ochorenia. Výskumy potencionálneho vplyvu environmentálnych znečisťujúcich látok na zvýšené riziko vzniku rakoviny je stále len v počiatočných štádiách. (Ellsworth et al., 2015)

5 HODNOTY PCB V SÉRE ĽUDÍ

Aj po dvadsiatich rokoch, od kedy bola priemyselná výroba PCB na východe Slovenska ukončená, zvýšené hladiny PCB u osôb z tejto lokality pretrvávajú. V hodnotení celkovo pätnástich PCB kongenéroov v sére osôb z okresu Michalovce, ktoré boli odobraté v roku 2001, sa namerali koncentrácie PCB v priemere 3105 ng/g v tuku. Pre kontrolnú vzorku osôb z okresu Svidník a Stropkov sa zistili koncentrácie PCB v priemere 871 ng/g tuku, čiže podstatne nižšie ako u osôb z oblasti Michaloviec. (Petřík et al., 2006)

Aj ďalšie novšie analýzy a sledovania hladín PCB v organizme sa približujú týmto hodnotám. V štúdií so vzorkou 2500 dospelých ľudí sa našli koncentrácie PCB nad hodnotou 3000 ng/g v sére u 399 osôb. Zistili sa dokonca oveľa vyššie hodnoty nad 7000 ng/g v sére až u 115 osôb. Vyskytli sa aj hodnoty v neuveriteľnom rozpätí až 10 000 – 100 000 ng/g v sére, a to u 68 sledovaných osôb. (Obr. č.8) (Langer a kol., 2012)

Obrázok č. 8 Namerané koncentrácie PCB v sére vo vzorke 2500 dospelých ľudí



Prameň: Langer a kol., 2012

„V populačnom segmente Východného Slovenska sa zaznamenali najvyššie sérové koncentrácie PCB a súčasne najvyšší počet exponovaných ľudí v porovnaní s ostatnými znečistenými lokalitami sveta.“ (Trnovec, 2012, s. 17)

Vyššie koncentrácie PCB sa zistili aj v rôznych lokalitách sveta. V Taliansku v priemyselnej oblasti Brescia sa v okolí továrne, ktorá skončila s produkciou PCB v roku

1984, zistili u miestnych obyvateľov koncentrácie PCB do 5000 ng/g séra. (Donato et al., 2008)

Konzumácia rýb zo znečistenej rieky Hudson v USA taktiež prispela k zvýšeniu koncentrácií PCB v priemere na 953,18 ng/g tuku u mužov. (Goncharov et al., 2009) Aj obyvatelia na juhu Fínska sú exponovaní PCB dlhodobou konzumáciou rýb z Baltického mora. (Kiviranta et al., 2005) Vôbec najvyššie hodnoty PCB až do 10 000 ng/g tuku sa nachádzajú u celoživotných konzumentov rýb na Faerských ostrovoch. (Grandjean et al., 2011)

Aj v populácii z USA, napr. z okolia rieky Michigan, sa po dlhodobej expozícii v rokoch 2004-2006 namerali hladiny PCB v priemere 5 ng/g tuku, aj napriek tomu, že výroba sa ukončila už okolo roku 1970. (Yard et al., 2011)

PCB hladiny sa pozorne sledujú aj u Japonskej populácie. V roku 1968 na severe Kyushu došlo ku kontaminácii ryže tzv. *Yusho*, olejom s obsahom Kanechlor-400, čo je japonská obchodná značka pre kongenér PCB80. Na základe konzumácie tejto ryže bolo takto exponovaných najmenej 1860 jedincov. (Masuda, 2005)

Priemerná koncentrácia PCB je u Japonskej populácie 250 ng/g tuku, pričom za významný faktor expozície považujeme každodennú stravu z morských živočíchov. Nie je jasné ako môžu PCB zaúčinkovať na organizmus, resp. aký efekt na zdravie môžu neskôr v živote vyvolať u ľudí s vyššími hladinami perzistentných chemikálií vôbec. Práve preto je sledovanie hladín PCB u ľudí užitočným ukazovateľom aj pre celkovú prítomnosť iných dioxínov ako DDT, DDE. Tieto merania by sa mali naďalej vykonávať najmä u žien v reprodukčnom veku, kedy by sme takto mohli predchádzať možným vedľajším efektom na budúce generácie. (Mori et al., 2008)

PRAKTICKÁ ČASŤ

6 CIEĽ PRÁCE

Hlavným cieľom tejto práce bolo zistiť ako vybrané sociodemografické faktory a faktory životného štýlu matky ovplyvňujú koncentráciu PCB153, PCB138 a PCB180 v pupočníkovej krvi, a tým expozíciu plodu počas intrauterinného života.

6.1 Vedľajšie ciele

Zhodnotiť, či sa koncentrácia vybraných PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi mení v závislosti od veku matky.

Zhodnotiť, či sa koncentrácia vybraných PCB kongenéroov mení v závislosti od hmotnosti matky na začiatku tehotenstva.

Zistiť, či počet tehotenstiev (parita) má vplyv na koncentrácie vybraných PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi.

Zistiť, či koncentrácie vybraných PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi sú rozdielne medzi matkami s rôznym stupňom vzdelania.

Zistiť, či koncentrácie vybraných PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi sú rozdielne medzi matkami, ktoré boli počas tehotenstva zamestnané, nezamestnané, alebo na materskej dovolenke.

7 STANOVENIE HYPOTÉZ

- 1) Predpokladáme, že so stúpajúcim vekom matky bude stúpať aj koncentrácia vybraných PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi.
- 2) Predpokladáme, že čím je hmotnosť matky na začiatku tehotenstva vyššia, tým sú aj koncentrácie PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi vyššie.
- 3) Predpokladáme, že koncentrácia PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi bude u prvoroďičiek vyššia v porovnaní s druho- a viacroďičkami.
- 4) Predpokladáme, že v skupine nezamestnaných matiek budú koncentrácie PCB kongenéroov vyššie v porovnaní s matkami zamestnanými alebo na materskej dovolenke.
- 5) Predpokladáme, že koncentrácie PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi sú vyššie u matiek s nižším stupňom vzdelania v porovnaní s matkami so vzdelaním vyššieho stupňa.

8 METODIKA PRÁCE

8.1 Zber a spracovanie údajov

Databáza výsledkov a analýz bola použitá z projektu MZ SR PRENATAL (2007/07-SZU-03) Prospektívna kohortová štúdia o pôvode chorôb dospelosti v prenatálnom vývojovom období v slovenskej populácii. Štúdia bola schválená etickou komisiou SZU Bratislava.

Nábor tehotných žien sa uskutočnil v 8. regiónoch Slovenska, počas prvej návštevy v gynekologickej ambulancii (v desiatom týždni tehotenstva). Každá budúca mamička bola informovaná o odbere vzoriek krvi, vyplňaní dotazníkov a organizácii projektu. Do štúdie bola zaradená na základe písomného súhlasu s účasťou na projekte.

Otázky v dotazníkoch boli zamerané na získanie informácií o sociálnom postavení matky, životnom štýle matky, stravovacích návykoch zameraných na možnú expozíciu PCBs. Dotazníky boli vyplnené počas prvého a druhého trimestra v spolupráci so zaškolenými zdravotnými sestrami. Otázky použité z dotazníkov nás informovali o veku matky, vzdelaní, zamestnaní matky, tiež o hmotnosti na začiatku tehotenstva, hmotnostnom prírastku počas tehotenstva a počte tehotenstiev.

Pupočnicková krv pre analýzu PCB odobratá po pôrode bola následne v lokálnych biochemických laboratóriách scentrifugovaná a získané sérum bolo zamrazené pri -20°C . Polychlórované bifenyly boli stanovené na Oddelení toxických a organických polutantov, LF-SZU v Bratislave metódou plynovej chromatografie spojenej s hmotnostnou spektrometriou (GC-HRMS). Keďže organochlórované zlúčeniny sú rozpustné v tukoch, a teda ich koncentrácia je ovplyvnená hladinou tukov vo vzorke, koncentrácia uvedených zlúčenín bola prepočítaná na ng/g tuku. Zo stanovených kongenéro PCB sme do bakalárskej práce vybrali 3 indikátorové kongenéry, ktoré sa vyskytujú vo vzorkách ľudskej populácie v najvyšších koncentráciách (PCB 153, PCB138, PCB180).

Informácie z dotazníkov a výsledky chemických analýz sa priebežne ukládali do programu MS Excel pre Windows. Údaje boli spracované príslušnými štatistickým metódami v programe SPSS verzia 17 a MS Excel pre Windows.

Pre charakteristiku kvalitatívnych dát sme použili absolútnou a relatívnou početnosť. Kvantitatívne dáta sme charakterizovali pomocou strednej hodnoty a miery variability. Na zistenie normality rozloženia kvantitatívnych údajov sme použili Kolmogorov – Smirnov test alebo Shapiro-Wilkov test. V závislosti od výsledku testu normality sme na ďalšie

štatistické vyhodnocovanie použili parametrické testy pre normálne rozdelené dáta a neparametrické testy pre údaje, ktoré neboli normálne rozdelené.

Vzťahy medzi kvantitatívnymi premennými sme hodnotili pomocou Spearmanových korelačných koeficientov, pri analýze vzťahov medzi kvalitatívnymi premennými sme použili chí-kvadrát test v kontingenčných tabuľkách.

Všetky použité testy boli na hladine významnosti $\alpha = 0,05$.

8.2 Charakteristika skúmaného súboru

V celom súbore bolo 169 matiek. **Ich priemerný vek** bol 29,0 rokov ($\pm 4,8$). Najmladšia matka v súbore mala 19,0 rokov. Vek najstaršej matky bol 44,0 rokov.

Hmotnosť matiek na začiatku tehotenstva predstavovala v priemere hodnotu 64,2 kg ($\pm 11,97$), pričom najmenšia zistená hmotnosť bola 42,0 kg a najväčšia 115,0 kg. **Priemerný hmotnostný prírastok matiek počas tehotenstva** bol 13,7 kg ($\pm 4,86$). Najvyšší hmotnostný prírastok bol 28,0 kg.

Priemerná hmotnosť na konci tehotenstva bola 78,0 kg ($\pm 12,36$). Maximálna hmotnosť na konci tehotenstva bola 130,0 kg a minimálna 54,0 kg. (Tab. č.1)

Tabuľka č. 1 Základné charakteristiky sledovaného súboru matiek

	priemer	sd \pm	medián	min.	max.
Vek	29,0	4,8	29,0	19,0	44,0
Hmotnosť na začiatku tehotenstva [kg]	64,2	11,97	61,0	42,0	115,0
Hmotnostný prírastok [kg]	13,7	4,86	13,0	0,0	28,0
Hmotnosť na konci tehotenstva [kg]	78,0	12,36	77,0	54,0	130,0

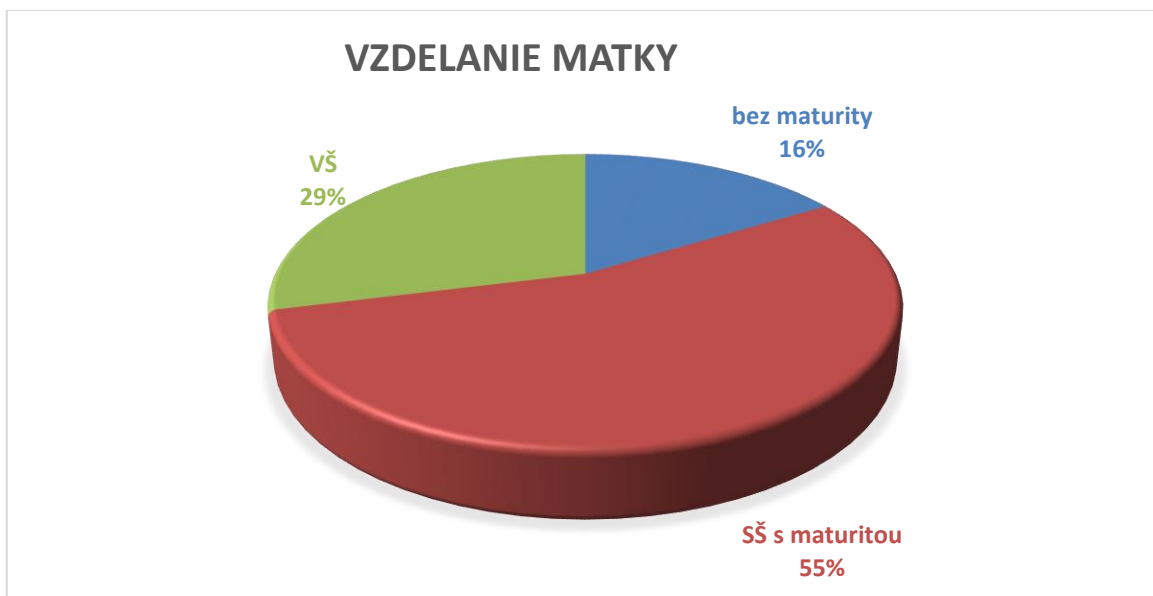
Zo 169 matiek nám údaje o **stave zamestnanosti počas tehotenstva** poskytlo 167 matiek. 102 (61%) matiek uviedlo, že boli zamestnané. Ďalších 42 (25%) matiek bolo na materskej dovolenke a 23 (14%) matiek bolo nezamestnaných. (Graf č.1)

Graf č. 1 Zamestnanosť matiek počas tehotenstva v %



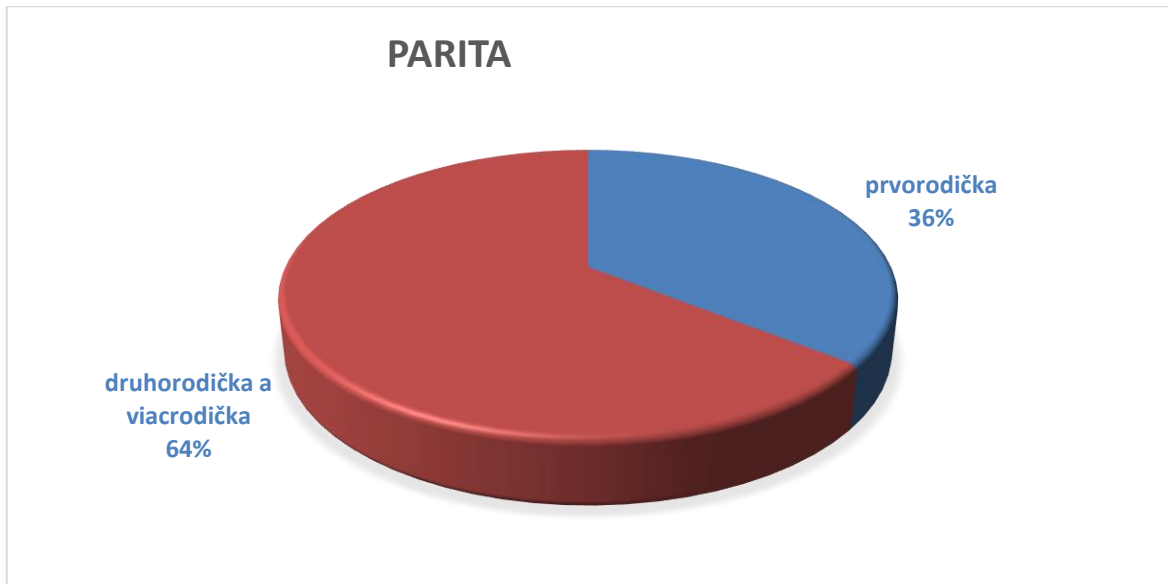
Vzdelanie matiek: O stupni vzdelania poskytlo údaje 166 matiek. 27 (16%) matiek malo vzdelanie bez maturity. Väčšina matiek 91 (55%) dokončila stredoškolské vzdelanie s maturitou a 48 (29%) matiek malo vysokoškolské vzdelanie. (Graf č.2)

Graf č. 2 Typ dosiahnutého vzdelania matky



Parita matiek: 108 (64%) matiek uviedlo, že nie sú prvorodičkami, a teda toto tehotenstvo bolo druhé alebo vyššie. Prvorodičiek bolo 60 (36%). (Graf č.3)

Graf č. 3 Parita



8.3 Charakteristika vybraných PCB kongenérov

V skúmanom súbore sme sa zaoberali tromi typmi PCB kongenérov. Vybrali sme kongenéry PCB 153, PCB 138 a PCB 180. (Tab. č.2)

Priemerná koncentrácia PCB153 v pupočníkovej krvi bola 38,41 ng/g tuku ($\pm 45,99$), pričom najnižšia hodnota bola 5,60 ng/g tuku a maximálna hodnota bola 336,86 ng/g tuku.

Priemerná koncentrácia PCB138 v pupočníkovej krvi bola 19,69 ng/g tuku ($\pm 23,33$). Najnižšia koncentrácia bola 2,75 ng/g tuku a najvyššia 179,66 ng/g tuku.

Priemerná koncentrácia PCB180 v pupočníkovej krvi bola 36,26 ng/g tuku ($\pm 50,26$). Minimálna hodnota bola 4,42 ng/g tuku a maximálna 369,04 ng/g tuku.

Tabuľka č. 2 Charakteristika vybraných PCB kongenéro

Kongenér [ng/g tuku]	priemer	sd ±	medián	min.	max.
PCB153	38,41	45,99	25,48	5,60	336,86
PCB138	19,69	23,33	13,53	2,75	179,66
PCB180	36,26	50,26	22,91	4,42	369,04

9 VÝSLEDKY PRÁCE

Hypotéza č. 1

Predpokladáme, že so stúpajúcim vekom matky bude stúpať aj koncentrácia vybraných PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi.

Koncentrácia **kongenéru PCB153** stúpala so stúpajúcim vekom matky ($R= 0,433$; $p<0,001$). Podobne sme zistili kladnú koreláciu aj pre **kongenéry PCB138 a PCB180** ($R= 0,344$, $p<0,001$; $R= 0,548$, $p<0,001$). Najsilnejšiu koreláciu s vekom sme zistili v prípade kongenéru PCB180 ($R=0,548$, $p<0,001$). (Tab. č. 3)

Závislosť koncentrácií pre jednotlivé PCB kongenéry od veku matiek vidíme aj na grafoch. (Graf č. 4-6.)

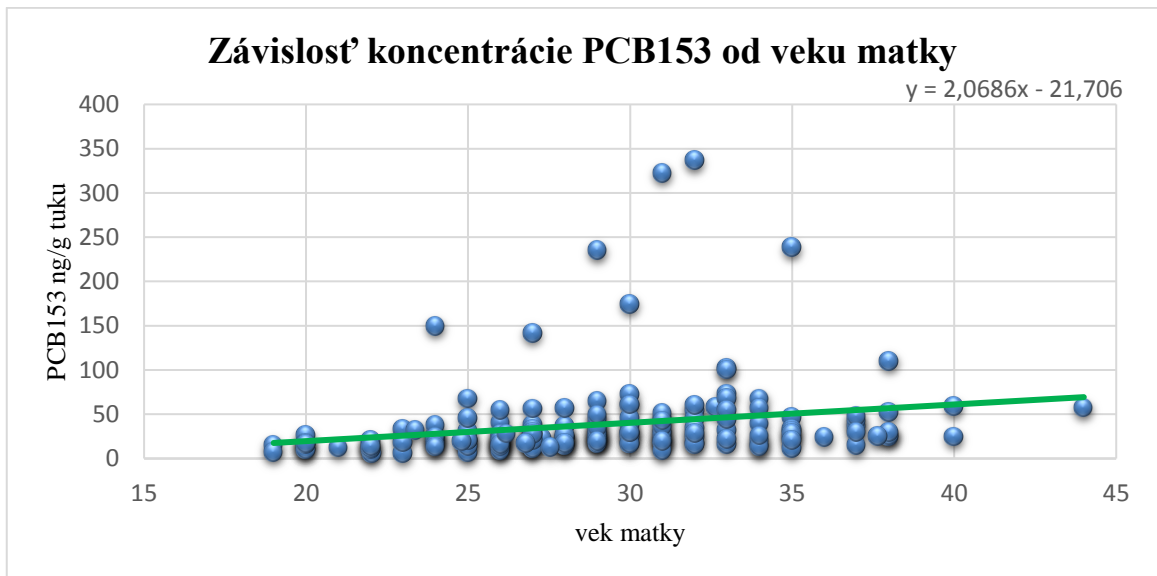
Predpokladali sme, že koncentrácie PCB kongenéroov u matky stúpajú s jej vekom. Výsledky sú štatisticky významné. Naša hypotéza sa potvrdila.

Tabuľka č. 3 Vzťah medzi vekom matky a koncentráciou PCB kongenéroov v pupočníkovej krvi

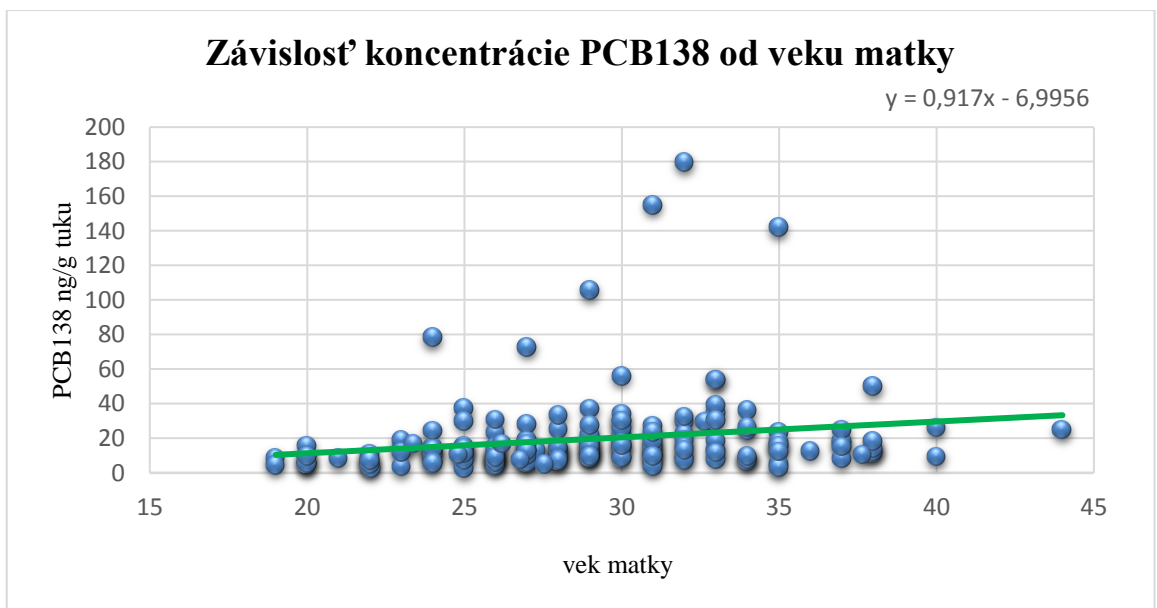
PCB kongenér		Vek matky
PCB153	R	0,433
	p	<0,001
PCB138	R	0,344
	p	<0,001
PCB180	R	0,548
	p	<0,001

*R= korelačný koeficient; p= hladina významnosti

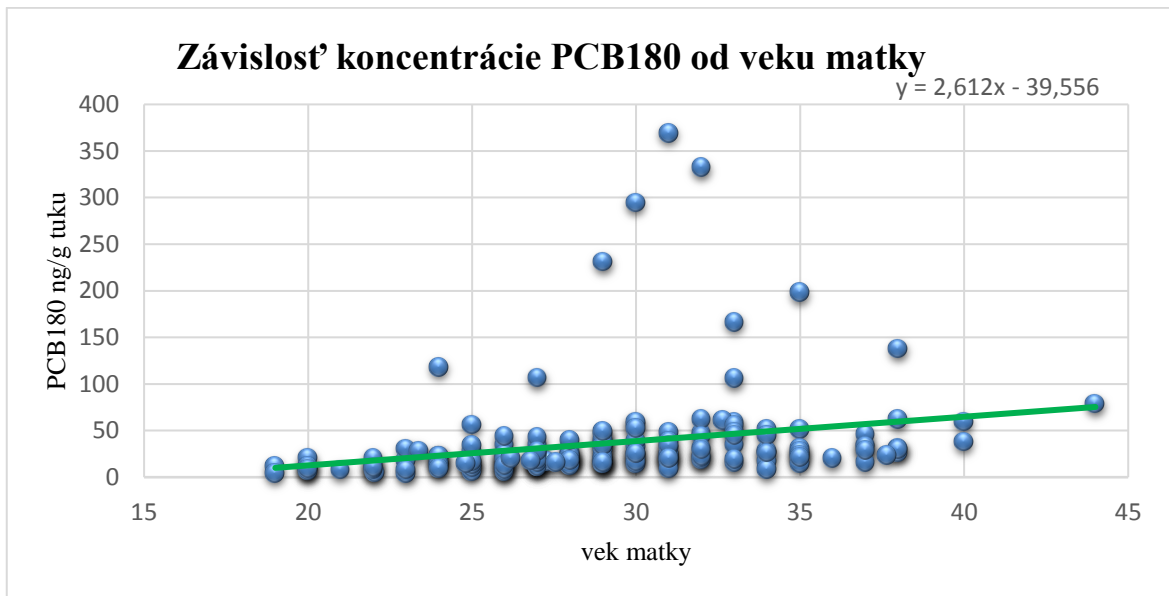
Graf č. 4 Závislosť koncentrácie PCB153 od veku matky



Graf č. 5 Závislosť koncentrácie PCB 138 od veku matky



Graf č. 6 Závislosť koncentrácie PCB180 od veku matky



Hypotéza č.2

Predpokladáme, že čím je hmotnosť matky na začiatku tehotenstva vyššia, tým sú aj koncentrácie PCB v pupočníkovej krvi vyššie.

S narastajúcou hmotnosťou matky na začiatku tehotenstva stúpala koncentrácia **kongenéru PCB138** ($R=0,175$; $p=0,023$). Koncentrácie **PCB153** s vyššou hmotnosťou matky na začiatku tehotenstva nekorelovali ($R=0,115$; $p=0,136$). Podobne sme nezistili štatisticky významný vzťah medzi hmotnosťou matky na začiatku tehotenstva a koncentraciami **PCB180** ($R=-0,0005$; $p=0,996$). (Tab. č.4)

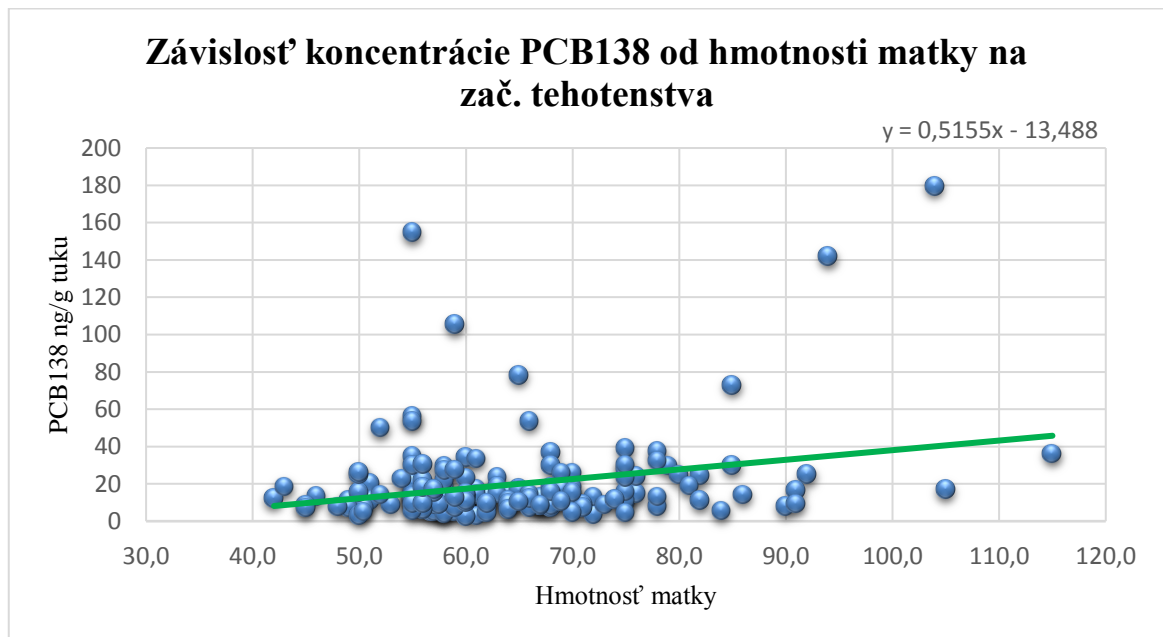
Náš predpoklad, že koncentrácia PCB kongenéro v pupočníkovej krvi bude stúpať so stúpajúcou hmotnosťou matky sa nám podarilo štatisticky potvrdiť iba pre kongenér PCB138. (Graf č.7) Pre kongenéry PCB153 a PCB180 neboli korelácie s hmotnosťou matky na začiatku tehotenstva štatisticky významné ($p>0,001$).

Tabuľka č. 4 Vzťah medzi hmotnosťou matky na začiatku tehotenstva s koncentráciou PCB kongenéro.

PCB kongenér		Hmotnosť matky na začiatku tehotenstva
PCB153	R	0,115
	P	0,136
PCB138	R	0,175
	P	0,023
PCB180	R	-0,0005
	p	0,996

*R= korelačný koeficient; p= hladina významnosti

Graf č. 7 Závislosť koncentrácie PCB 138 od hmotnosti matky na začiatku tehotenstva.



Hypotéza č.3

Predpokladáme, že koncentrácia PCB kongenéro v pupočníkovej krvi bude u prvoroďičiek vyššia v porovnaní s druho- a viacroďičkami.

Priemerná koncentrácia **kongenéru PCB153** bola u prvoroďičiek 42,62 ng/g tuku ($\pm 56,29$) a u druho- a viacroďičiek 36,33 ng/g tuku ($\pm 39,41$). Na koncentrácie kongenéru PCB153 nemal počet pôrodov štatisticky významný vplyv ($p > 0,001$).

Podobne sme štatisticky významný vplyv počtu pôrodov na koncentrácie PCB nezistili ani pre **kongenér PCB138** ($p > 0,001$). U prvoroďičiek bola priemerná koncentrácia kongenéru PCB138 21,94 ng/g tuku ($\pm 27,72$) a u druho- a viacroďičiek 18,58 ng/g tuku ($\pm 20,62$).

Priemerná koncentrácia **kongenéru PCB180** u prvoroďičiek bola 38,84 ng/g tuku ($\pm 61,43$) a u druho- a viacroďičiek 35,08 ng/g tuku ($\pm 43,29$). Štatisticky významný vzťah sme nezistili ani v prípade kongenéru PCB180 ($p > 0,001$). (Tab. č.5)

Koncentrácie kongenéro PCB153, PCB138 a PCB180 boli síce u prvoroďičiek vyššie, ale rozdiel v porovnaní s druho- a viacroďičkami nebol štatisticky významný ($p > 0,001$). Naša hypotéza sa štatisticky nepotvrdila. Počet pôrodov matky nemal vplyv na koncentráciu PCB kongenéro v pupočníkovej krvi.

Tabuľka č. 5 Parita a koncentrácie PCB kongenéro.

PCB kongenér [ng/g tuku]		priemer	sd \pm	medián	min.	max.
PCB153	druhorodička a viacrodička	36,33	39,41	25,67	5,95	322,36
	prvorođička	42,62	56,29	25,29	5,60	336,86
PCB138	druhorodička a viacrodička	18,58	20,62	13,35	2,75	154,81
	prvorođička	21,94	27,72	13,97	2,95	179,66
PCB180	druhorodička a viacrodička	35,08	43,29	23,48	4,44	369,04
	prvorođička	38,84	61,43	21,96	4,42	332,38

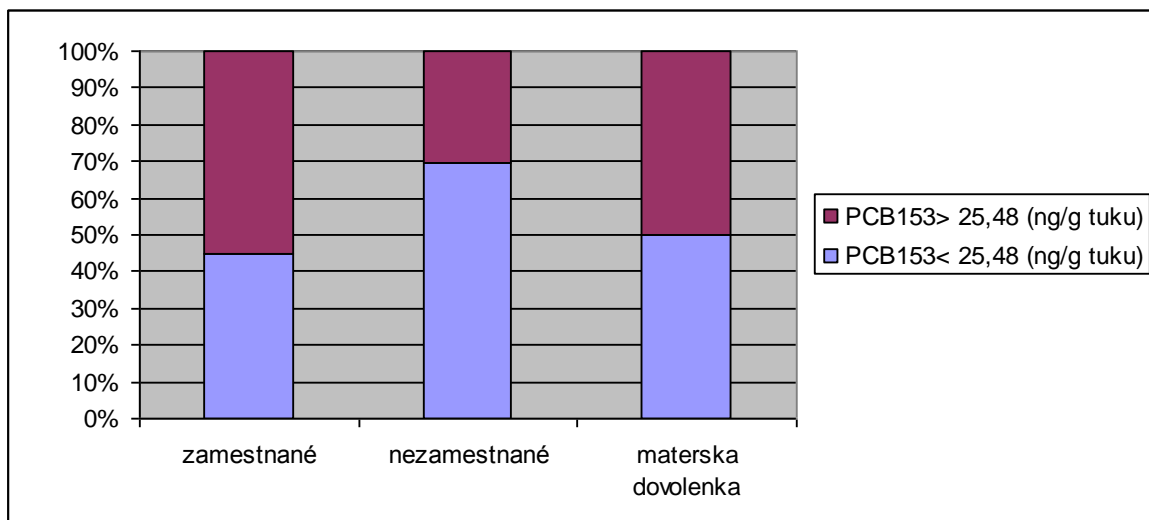
Hypotéza č.4

Predpokladáme, že v skupine nezamestnaných matiek budú koncentrácie PCB kongenérov vyššie v porovnaní s matkami zamestnanými alebo na materskej dovolenke.

Koncentrácie PCB kongenérov sme roztriedili do dvoch kategórií s koncentráciou PCB nižšou, prípadne rovnou mediánu a kategórie s koncentráciou vyššie ako je medián. Hodnoty mediánov koncentrácií sú uvedené v tabuľke č.2.

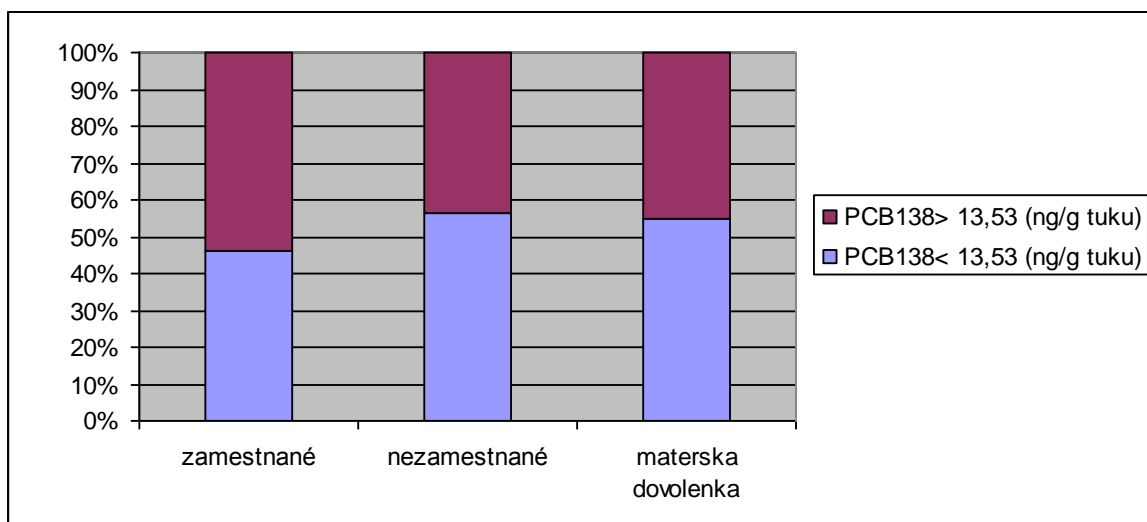
Zistili sme, že zo súboru **102 zamestnaných matiek**, 56 (54,9%) z nich malo koncentráciu **kongenéru PCB153** vyššiu ako 25,48 ng/g tuku (medián). **Nezamestnaných matiek bolo 23**. Vyššie koncentrácie PCB153 sme zistili u 7 (30,4%) matiek. Zo 42 matiek, ktoré boli na materskej dovolenke malo koncentráciu PCB153 nad hodnotou mediánu 21 (50%) matiek. Percentuálny podiel matiek s koncentráciou kongenéru PCB153 nad a pod hodnotou mediánu zobrazuje graf č. 8.

Graf č. 8 Percentuálny podiel PCB153 v hodnote nad a pod mediánom v pupočníkovej krvi matiek podľa stavu zamestnanosti



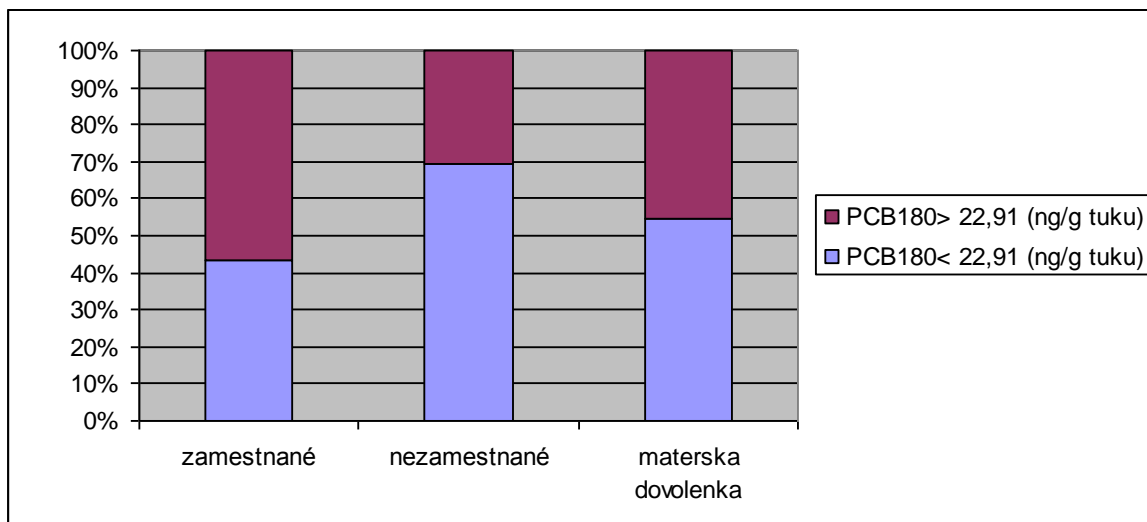
V prípade **kongenéru PCB138** sme zistili, že vyššie koncentrácie malo 55 (53,9%) zamestnaných matiek, 10 (43,5%) nezamestnaných matiek a 19 (45,2%) matiek na materskej dovolenke. Percentuálny podiel matiek s koncentráciou kongenéru PCB138 nad a pod hodnotou mediánu zobrazuje graf č.9.

Graf č. 9 Percentuálny podiel PCB138 v hodnote nad a pod mediánom v pupočníkovej krvi matiek podľa stavu zamestnanosti



Koncentrácie **kongenéru PCB180** boli vyššie u 58 (56,9%) zamestnaných matiek, u 7 (30,4%) nezamestnaných matiek a u 19 (45,2%) matiek na materskej dovolenke. Percentuálny podiel matiek s koncentráciou kongenéru PCB180 nad a pod hodnotou mediánu zobrazuje graf č.10.

Graf č. 10 Percentuálny podiel PCB180 v hodnote nad a pod mediánom v pupočníkovej krvi matiek podľa stavu zamestnanosti



Vo všetkých nami vybraných kongenéroch bol najväčší podiel matiek s koncentraciami PCB kongenéroov nad hodnotou mediánu v skupine zamestnaných matiek. V skupine nezamestnaných matiek bol tento podiel najnižší. Rozdiel medzi skupinami

matiek podľa stavu zamestnanosti však nebol štatisticky významný $p=0,1$ pre PCB153, $p=0,4$ pre PCB138 a $p=0,055$ pre PCB180. Naša hypotéza sa nepotvrdila.

Hypotéza č.5

Predpokladáme, že koncentrácie PCB kongenérov v pupočníkovej krvi sú vyššie u matiek s nižším stupňom vzdelania v porovnaní s matkami so vzdelaním vyššieho stupňa.

Priemerná koncentrácia **kongenéru PCB153** bola najvyššia u matiek so základným vzdelaním bez maturity 45,40 ng/g tuku ($\pm 52,32$). Najnižšiu priemernú koncentráciu kongenéru PCB153 sme zistili u matiek s vysokoškolským vzdelaním 29,21 ng/g tuku ($\pm 13,94$). Tento rozdiel však nebol štatisticky významný ($p>0,001$).

V prípade **kongenéru PCB138** sme tiež zistili najvyššiu priemernú koncentráciu u matiek s najnižším stupňom vzdelania 22,45 ng/g tuku ($\pm 27,27$) v porovnaní s matkami so stredoškolským vzdelaním s maturitou 20,54 ng/g tuku ($\pm 26,03$) a s matkami s vysokoškolským vzdelaním 14,87 ng/g tuku ($\pm 7,65$). Tieto rozdiely však neboli štatisticky významné ($p>0,001$).

Štatisticky významný rozdiel sme nezistili ani v prípade **kongenéru PCB180** ($p>0,001$). Matky s najnižším stupňom vzdelania mali priemernú koncentráciu kongenéru PCB180 síce najvyššiu (47,06 ng/g tuku) v porovnaní s matkami s maturitou (36,55 ng/g tuku) a s vysokoškolským vzdelaním (26,41 ng/g tuku), ale mediány koncentrácií boli vo všetkých kategóriách takmer rovnaké. (Tab. č.6)

Koncentrácie kongenérov PCB153, PCB138 a PCB180 boli vyššie u matiek s najnižším stupňom vzdelania, ale rozdiel v porovnaní s matkami so vzdelaním vyššieho stupňa nebol štatisticky významný ($p>0,001$). Naša hypotéza sa nepotvrdila.

Tabuľka č. 6 Koncentrácie PCB kongenéroov podľa vzdelania matky.

PCB kongenér [ng/g tuku]		priemer	sd±	medián	min.	max.
PCB153	ZŠ bez maturity	45,40	52,32	27,93	7,40	238,37
	SŠ s maturitou	39,29	50,84	24,77	5,60	336,86
	VŠ	29,21	13,94	24,91	11,50	73,20
PCB138	ZŠ bez maturity	22,45	27,27	15,62	4,60	141,84
	SŠ s maturitou	20,54	26,03	13,35	2,75	179,66
	VŠ	14,87	7,65	13,04	5,18	37,35
PCB180	ZŠ bez maturity	47,06	64,88	23,36	4,42	294,32
	SŠ s maturitou	36,55	54,13	22,32	4,44	369,04
	VŠ	26,41	12,59	23,26	7,84	62,38

10 DISKUSIA

Hlavným cieľom tejto práce bolo objasniť vplyv vybraných sociodemografických faktorov a faktorov životného štýlu matky na zistené koncentrácie kongenéro PCB153, PCB138 a PCB180 v pupočníkovej krvi matiek, a tým expozíciu plodu počas intrauterinného života .

V hypotéze č. 1 sme zisťovali, či s vyšším vekom matky stúpajú aj koncentrácie PCB kongenéro nameraných v pupočníkovej krvi. Tento vzťah sme štatisticky overili a potvrdila sa nám jeho správnosť. Koncentrácie PCB sa zvyšujú a hromadia v tele celý život. S dlhšou expozíciou narastajú aj samotné koncentrácie PCB. Práve preto je aj tvrdenie, že staršie matky majú vyššie koncentrácie PCB ako mladšie, logické a nami overené.

Podobné výsledky zistili aj Petřík a kolektív, kde boli v štúdiu zaradené dospelé ženy a muži pochádzajúci z najviac kontaminovanej oblasti Michaloviec a z kontrolnej oblasti Svidníka a Stropkova. U mužov aj u žien stúpali koncentrácie PCB s pribúdajúcim vekom. Najvyššie koncentrácie zistili u najstaršej vekovej skupine nad 60 rokov u mužov a žien práve z kontaminovanej oblasti Michaloviec. Najnižšie koncentrácie zistili u vekovej skupiny 17- 29 rokov u mužov a žien z kontrolnej oblasti Svidníka a Stropkova. (Petřík et al., 2006)

Najvyššie koncentrácie PCB 421,2 ng/g tuku sa zistili aj v ďalšej štúdiu u najstaršej vekovej skupiny nad 50 rokov. Naopak najnižšia priemerná koncentrácia PCB 109,93 ng/g tuku bola u osôb z najmladšej vekovej kategórie 21- 30 rokov. Čím staršia je osoba, tým sú aj príslušné koncentrácie PCB v tuku vyššie. (Park et al., 2007)

V hypotéze č.2 sme sa zamerali na vzťah medzi koncentraciami PCB a hmotnosťou matiek na začiatku tehotenstva. Predpokladali sme, že u matiek s vyššou hmotnosťou na začiatku tehotenstva budú aj koncentrácie PCB vyššie. Náš predpoklad sa štatisticky potvrdil len pre kongenér PCB138.

Podobný vzťah sa potvrdil pre súbor matiek z kontaminovaných oblastí Michaloviec a Svidníka. Vyššie koncentrácie PCB boli u matiek s vyšším BMI, $p < 0,05$. (Sonnenborn et al., 2008) BMI je indexom telesnej hmotnosti, a teda tento vzťah môžeme porovnať s naším predpokladom týkajúcim sa samotnej hmotnosti mimo index BMI. Vyššia hmotnosť matiek je overeným faktorom pre vyššie koncentrácie PCB.

V hypotéze č.3 sme predpokladali, že u prvoroďičiek budú koncentrácie PCB v odobratej pupočníkovej krvi významne vyššie ako u viacroďičiek. Náš predpoklad sa nepodarilo štatisticky potvrdiť, avšak u inej štúdie sa takýto vzťah podarilo preukázať.

Vzorky krvi boli odobraté adolescentom a dospelým vo veku 17 - 21 rokov. Z celého súboru bolo 37% prvoroďených. U týchto prvoroďených adolescentov boli koncentrácie kongenéroov PCB118 a PCB28 v krvi vyššie. Z matky prešli vyššie koncentrácie PCB na dieťa pri prvom pôrode a pri ďalšom pôrode už boli znížené. (Gallo et al., 2011) V tomto prípade autori potvrdili vplyv počtu pôrodov na koncentráciu PCB a náš predpoklad mohol byť správny. Takýto vzťah by sa nám možno podarilo potvrdiť pri väčšom počte matiek alebo so zameraním sa na celkový súčet koncentrácií jednotlivých kongenéroov spolu.

V hypotéze č.4 sme chceli poukázať na možný vplyv stavu zamestnanosti matky na koncentrácie PCB v odobratej pupočníkovej krvi. Predpokladali sme, že práve u nezamestnaných matiek budú koncentrácie PCB vyššie ako u zamestnaných matiek. Nezamestnané matky sa zdržiavajú väčšinu času doma, kde konzumujú domáce potraviny a viac lokálne vyrábaných potravín, pravdepodobne s obsahom PCB. Zároveň môžeme predpokladať, že zamestnané matky majú aj lepší finančný príjem, a teda nakupujú zdravšie a drahšie potraviny v porovnaní s nezamestnanými matkami. Náš predpoklad sa nám nepodarilo potvrdiť. Matky so zamestnaním mali koncentrácie PCB v pupočníkovej krvi dokonca vyššie ako matky nezamestnané, ale nie štatisticky významne.

V hypotéze č.5 sme zisťovali, či má stupeň dosiahnutého vzdelania matky vplyv na koncentrácie PCB v odobratej pupočníkovej krvi. Predpokladali sme, že koncentrácie PCB sú vyššie u matiek so vzdelaním nižšieho stupňa. Vyšší stupeň vzdelania môže byť prediktorom, že matky sú informovanejšie a uvedomujú si možnú prítomnosť škodlivých látok v strave a životnom prostredí a ich vplyv na ich zdravie a zdravie ich detí. Tento vzťah sa nám nepodarilo štatisticky potvrdiť.

V súbore 984 žien z oblasti Michaloviec a Svidníka sa takýto vzťah potvrdil. Ženy s vyšším vzdelaním mali koncentrácie PCB v sére významne nižšie ako ženy s nižším vzdelaním, $p < 0,05$. (Sonnenborn et al., 2008)

ZÁVER

Polychlórované bifenyly perzistujú v ľudskom tele a škodlivo naň vplývajú. K človeku sa dostávajú nielen počas života, ale aj pred narodením expozíciou z matky na plod počas intrauterinného života. V teoretickej časti práce sme popísali jednotlivé determinanty expozície PCB a následne aj ich rôzne účinky na ľudský organizmus. V praktickej časti práce sme sa zamerali na prenatálnu expozíciu dieťaťa. Overovali sme vplyv vybraných sociodemografických faktorov a faktorov životného štýlu matky na koncentrácie vybraných kongenéro PCB153, PCB138 a PCB180 v pupočníkovej krvi.

Na základe našich výsledkov sme potvrdili vplyv veku matky na koncentrácie PCB v pupočníkovej krvi. U starších matiek boli koncentrácie PCB153, PCB138 a PCB180 vyššie v porovnaní s mladšími matkami. So stúpajúcim vekom matky najsilnejšie korelovali koncentrácie kongenéro PCB180.

Pre koncentrácie kongenéro PCB138 sme zistili koreláciu so zvyšujúcou sa hmotnosťou matky na začiatku tehotenstva ($R=0,175$; $p=0,023$).

Je dôležité nepodceňovať vplyv environmentálnych faktorov v životnom prostredí na zdravie človeka. Mali by sme predchádzať produkcii ďalších environmentálnych záťaží, a zároveň sa venovať bezpečnému odstráneniu existujúcich skládok PCB z prostredia ľudí.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

BOADA, D. L. et al. 2014. Consumption of foods of animal origin as determinant of contamination by organochlorine pesticides and polychlorobiphenyls: Results from a population-based study in Spain. In *Chemosphere* [online]. 2014, roč.114, s. 121-128 [cit. 2016-04-10]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0045653514005025/1-s2.0S0045653514005025main.pdf?tid=370fc12eb97311e69b330000aacb35e&acdnat=1480781697_bd75a7f246337cd524243db6a383d9c4>. ISSN 0045-6535.

BOIX, J. et al. 2010. Developmental exposure to polychlorinated biphenyls 52, 138 or 180 affects differentially learning or motor coordination in adult rats. Mechanisms involved. In *Neuroscience* [online]. 2010, roč. 167, č.4, s. 994-1003 [cit. 2017-03-17]. Dostupné na internete:<http://ac.elscdn.com/S0306452210002964/1s2.0S0306452210002964main.pdf?tid=a9e43ee00b5411e7b05d00000aab0f6b&acdnat=1489784571_3a8db2176fc364065b413f4940352704>. ISSN 0306-4522.

BUSHNELL, J. P. 2015. Testing for cognitive function in animals in a regulatory context. In *Neurotoxicology and Teratology* [online]. 2015, roč. 52, s. 68-77 [cit. 2017-03-17]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S089203621400107X/1-s2.0-S089203621400107main.pdf?tid=41cba9c20b511e7825200000aacb35f&acdnat=1489783108_df224465d5b692623e24da474d898c73>. ISSN 0892-0362.

CARPENTER, D. O. 2006. Polychlorinated Biphenyls (PCBs): Routes of Exposure and Effects on Human Health. In *Reviews on Environmental Health* [online]. 2006, roč. 21, č. 1, s. 1-23 [cit. 2017-03-17]. Dostupné na internete: <www.degruyter.com/view/j/reveh.2006.21.1/reveh.2006.21.1/reveh.2006.21.1.1.xml>. ISSN 2191-0308.

ČIŽNÁR, P. a kol. 2009. Ekzém v dojčenskom veku a prenatálna expozícia organochlórovaným látkam. In *Pediatrica pre prax* [online]. 2009, roč. 10, č. 6, s. 304-307 [cit. 2016-04-10]. Dostupné na internete: <http://www.pediatricapreprax.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=4193&magazine_id=4>. ISSN 1336-8168.

ČONKA, K. et al. 2014. PCDDs, PCDFs, PCBs and OCPs in sediments from selected areas in the Slovak Republic. In *Chemosphere* [online]. 2014, roč.98, s.37-43 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0045653513013386/1-s2.0-S0045653513013386main.pdf?tid=da7f64dcb97211e6a53c00000aab0f01&acdnat=1480781542_785898de2ca51c7c1c1a70d45af66de5>. ISSN 0045-6535.

DANIELOVIČ, I. a kol. 2009. Polychlórované bifenyly a ich obsah v životnom prostredí: informačná publikácia. Košice: Košický samosprávny kraj v spolupráci s CVRV, 2009, 28s. [cit. 2016-04-10]. ISBN 978-80-89417-03-2.

DONATO, F. et al. 2008. Polychlorinated biphenyls and thyroid hormone serum concentrations among people living in a highly polluted area: A cross-sectional population-based study. In *Environmental Research* [online]. 2008, roč. 108, č. 3, s. 380-386 [cit. 2017-03-17]. Dostupné na internete: < http://ac.els-cdn.com/S0013935108001837/1-s2.0-S0013935108001837main.pdf?_tid=6188f1660b5611e7b05d00000aab0f6b&acdnat=1489785309_c6fd07069f7a4ed6057a127a785a7eab >. ISSN 0013-9351

ELLSWORTH, E. R. et al. 2015. Abundance and distribution of polychlorinated biphenyls (PCBs) in breast tissue. In *Environmental Research* [online]. 2015, roč. 138, s.291-297 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0013935115000596/1-s2.0-S0013935115000596main.pdf?_tid=2f15e332b97711e695ad00000aab0f6c&acdnat=1480783402_9f28d5738c2ead546d38794f2767cfe5>. ISSN 0013-9351.

FEKONJA, A. 2005. Hypodontia in orthodontically treated children. In *European Journal of Orthodontics* [online]. 2005, roč.27, č.5, s. 457-460 [cit. 2016-10-12]. Dostupné na internete: <<https://academic.oup.com/ejo/article/27/5/457/473614/Hypodontia-in-orthodontically-treated-children>>. ISSN 1460-2210.

FORNS, J. et al. 2012. Prenatal exposure to polychlorinated biphenyls and child neuropsychological development in 4-year-olds: an analysis per congener and specific cognitive domain. In *Science of the Total Environment* [online]. 2012, roč. 432, s. 338-343 [cit. 2016-10-12]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S004896971200825X/1-s2.0S004896971200825Xmain.pdf?_tid=a1d1d904b97611e6ae6900000aacb35d&acdnat=1480783165_2e393b88c294f70e500cb83004b588ac>. ISSN 0048-9697.

GALLO, M. V. et al. 2011. Levels of persistent organic pollutant and their predictors among young adults. In *Chemosphere* [online]. 2011, roč. 83, č.10, s.1374-1382 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653511002359>>. ISSN 0045-6535.

GATTO, M. P. et al. 2014. Effects of potential neurotoxic pesticides on hearing loss: A review. In *NeuroToxicology* [online]. 2014, roč. 42, s.24-32 [cit. 2016-04-09] Dostupné na internete: <http://ac.elscdn.com/S0161813X14000539/1s2.0S0161813X14000539main.pdf?_tid=8ebdf44b97a11e694de00000aacb35d&acdnat=1480784851_719b156442097d3014a8ff0abf52f2f6>. ISSN 0161-813X.

GAUM, P. M. et al. 2016. Exposure to polychlorinated biphenyls and thyroid gland-examining and discussing possible longitudinal health effects in humans. In *Environmental Research* [online]. 2016, roč.148, s. 112-121 [cit. 2016-10-10]. Dostupné na internete: <http://ac.elscdn.com/S0013935116301025/1s2.0S0013935116301025main.pdf?_tid=7b4416e8b97711e686fe00000aacb0f01&acdnat=1480783530_8307c1c3ea6881484740808dda262f30>. ISSN 0013-9351.

GLYNN, A. W. et al. 2003. Organochlorines in Swedish women: determinants of serum concentrations. In Environmental Health Perspectives [online]. 2003, roč. 111, s. 349-355 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241393/pdf/ehp0111-000349.pdf>>. ISSN 0091-6765.

GONCHAROV, A. et al. 2009. Lower serum testosterone associated with elevated polychlorinated biphenyl concentrations in native american men. In Environmental Health Perspectives [online]. 2009, roč.117, s.1454-1460 [cit. 2017-03-20]. Dostupné na internete: < <https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/117/9/ehp.0800134.pdf> >. ISSN 0091-6765.

GRANDJEAN, P. et al. 2011. Marine food pollutants as a risk factor for hypoinsulinemia and type 2 diabetes. In Epidemiology [online]. 2011, roč. 22, s.410-417 [cit. 2017-03-20]. Dostupné na internete: < http://journals.lww.com/epidem/Fulltext/2011/05000/Marine_Food_Pollutants_as_a_Risk_Factor_for.24.aspx >. ISSN 1531-5487.

JAN, J. et al. 2007. Developmental dental defects in children exposed to PCBs in eastern Slovakia. In Chemosphere [online]. 2007, roč. 67, č. 9, s. 350-354 [cit. 2016-04-06]. Dostupné na internete: <http://ac.elscdn.com/S0045653506016389/1s2.0S0045653506016389main.pdf?_tid=84c75ee6b97211e68b150000aab0f6c&acdnat=1480781398_8e66d8ce25157f124139e82da16a5297>. ISSN 0045-6535.

JOHANSEN, P. et al. 2004. Human exposure to contaminants in the traditional Greenland diet. In Science of The Total Environment [online]. 2004, roč. 331, s.189-206 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0048969704002128/1-s2.0-S0048969704002128main.pdf?_tid=11d377a4b97611e681bd0000aab0f02&acdnat=1480782923_647c682e7d080e5e1df1846a7c2192f5>. ISSN 0048-9697.

JUREČKOVÁ, D. a kol. 2010. Zdravotné riziko spôsobené PCB na východnom Slovensku. In Enviromagazín [online]. 2010, roč. 15, č.5, s. 14-15 [cit. 2016-04-20]. Dostupné na internete:<http://www.enviromagazin.sk/enviro2010/enviro5/07_toxicke.pdf> ISSN 1335-1877.

JUSKO, A. T. et al. 2012. Pre- and Postnatal Polychlorinated Biphenyl Concentrations and Longitudinal Measures of Thymus Volume in Infants. In Enviromental Health Perspectives [online]. 2012, roč. 120, č. 4, s. 595-600 [cit. 2016-04-20]. Dostupné na internete: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3339462/pdf/ehp.1104229.pdf> >. ISSN 0091-6765.

JUSKO, A. T. et al. 2014. Prenatal and Postnatal Serum PCB Concentrations and Cochlear Function in Children at 45 Months of Age. In *Environmental Health Perspectives* [online]. 2014, roč. 122, č.11, s. 1246-1252 [cit. 2016-04-20]. Dostupné na internete: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4216161/pdf/ehp.1307473.pdf>>. ISSN 0091-6765.

KIVIRANTA, H. et al. 2005. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, and biphenyls in the general population in Finland. In *Chemosphere* [online]. 2005, roč. 60, s.854-869 [cit. 2017-03-20]. Dostupné na internete: <http://ac.elscdn.com/S0045653505002092/1-s2.0-S0045653505002092-main.pdf?tid=3ae2906e-0ff0-11e7-97f7-00000aacb362&acdnat=1490291191_6be4a9ff2ac955aae075e79f52f8f931>. ISSN 0045-6535.

KOČAN, A. et al. 2001. Environmental contamination with polychlorinated biphenyls in the area of their former manufacture in Slovakia. In *Chemosphere* [online]. 2001, roč. 43, s.595-600 [cit. 2016-04-07]. Dostupné na internete: <http://ac.elscdn.com/S0045653500004112/1-s2.0-S0045653500004112-main.pdf?tid=240aac20b972-11e6a1c400000aacb361&acdnat=1480781236_1d211776e494425e1a3998924785af24>. ISSN 0045-6535.

KOPECKÝ J., MÜLLEROVÁ D. 2007. White Adipose Tissue: Storage and Effector Site for Environmental Pollutants. In *Physiological Research* [online]. 2007, roč.56, s.375-381 [cit. 2016-10-09]. Dostupné na internete: <http://www.biomed.cas.cz/physiolres/pdf/56/56_375.pdf>. ISSN 0862-8408.

KOVÁČ D., KOVÁČ J. 2011. Účinky dioxínov a PCB na ľudský organizmus, ich vplyv na vývoj zubov pri deťoch dojčených materským mliekom. In *Hygiena* [online]. 2011, roč. 56, č.4, s. 116-126 [cit. 2016-4-20]. Dostupné na internete: <<http://apps.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2011-4-03-full.pdf>>. ISSN 1802-6281.

LANGER, P. et al. 2005. Human thyroid in the population exposed to high environmental pollution by organochlorinated pollutants for several decades. In *Endocrine Regulations* [online]. 2005, roč. 39, s.12-20. [cit. 2016-11-16]. Dostupné na internete: <http://www.elis.sk/download_file.php?product_id=506&session_id=8336013a3b837df4048d9c30f>. ISSN 1336-0329.

LANGER, P. et al. 2007. Fish from industrially polluted freshwater as the main source of organochlorinated pollutants and increased frequency of thyroid disorders and dysglycemia. In *Chemosphere* [online]. 2007, roč. 67, s. 379-385 [cit. 2016-11-16]. Dostupné na internete: <http://ac.elscdn.com/S0045653506016420/1s2.0S0045653506016420main.pdf?tid=c5059f00b97111e6b8e00000aacb360&acdnat=1480781077_7914249822def5d77607ccd2d7a9ee97>. ISSN 0045-6535.

LANGER, P. 2010. The impacts of organochlorines and other persistent pollutants on thyroid and metabolic health. In *Frontiers in Neuroendocrinology* [online] 2010, č. 31, s. 497-518 [cit. 2016-11-16]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0091302210000567/s2.0S0091302210000567main.pdf?_tid=2dc2cefab97c11e6b8e100000aacb360&acdnat=1480785547_a662a2db4f6160e2c0d3114a304f6f24>. ISSN 1664-2392.

LANGER, P. a kol. 2012. Znečistenie životného prostredia endokrinnými a metabolickými disruptormi a jeho dopady na zdravotný stav obyvateľov Slovenska. In *Monitor medicíny SLS* [online] 2012, č. 3-4, s.5-12. [cit. 2016-11-18]. Dostupné na internete: <<http://www.monitor.herba.sk/prezentacie/2012-3-4/monitor-mediciny-sls-2012-34.html#/4/>>. ISSN 138-2551.

LOGANATHAN B. G., MASUNAGA S. 2015. PCBs, Dioxins and Furans: Human Exposure and Health Effects. In *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents (Second Edition)* [online]. 2015, chapter 19, s.239-247 [cit. 2016-04-20]. Dostupné na internete: <<https://www.elsevier.com/books/handbook-of-toxicology-of-chemical-warfare-agents/gupta/978-0-12-800159-2>>. ISBN 9780-12800-4944

LUDEWIG G., ROBERTSON L. W. 2013. Polychlorinated biphenyls (PCBs) as initiating agents in hepatocellular carcinoma. In *Cancer Letters* [online]. 2013, roč. 334, s.46-55 [cit. 2016-04-20]. Dostupné na internete: <[http://www.cancerletters.info/article/S0304-3835\(12\)00703-3/pdf](http://www.cancerletters.info/article/S0304-3835(12)00703-3/pdf)>. ISSN 0304-3835.

MASUDA, Y. 2005. Behavior and toxic effects of PCBs and PCDFs in Yusho patients for 35 years. In *Journal of Dermatological Science Supplement* [online]. 2005, roč.1, s. 11-20 [cit. 2016-04-20]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S1574075705000045/1-s2.0S1574075705000045main.pdf?_tid=71474bf6b98111e680c800000aacb35d&acdnat=1480787808_28a3e23a40c6da9ebad34002feb6389f>. ISSN 0923-1811.

MORI, CH. et al. 2008. Strong correlation between the concentration of dioxins and total PCBs in current Japanese people. In *Chemosphere* [online]. 2008, roč. 73, s.235-238 [cit. 2016-04-19]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0045653508003135/1-s2.0-S0045653508003135main.pdf?_tid=e043d06cb97011e699e400000aacb35f&acdnat=1480780693_1d05d3c18117f829a2c804a826ee75d7>. ISSN 0045-6535.

OTAKE, T. et al. 2007. Thyroid hormone status of newborns in relation to in utero exposure to PCBs and hydroxylated PCB metabolites. In *Environmental Research* [online]. 2007, roč. 105, s. 240-246 [cit. 2016-04-19]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0013935107000758/1s2.0S0013935107000758main.pdf?_tid=cfbc8daeb97711e6856100000aacb361&acdnat=1480783672_cf8939f510b070c19bf2f9255a03b75c>. ISSN 0013-9351.

PALKOVIČOVÁ MURÍNOVÁ, Ľ. et al. 2016. PCB exposure and cochlear function at age 6 years. In Environmental Research [online]. 2016, roč.151, s.428-435 [cit. 2016-10-20]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0013935116304170/1s2.0S001393511630417main.pdf?_tid=3c11cb18b97811e6b3690000aacb35d&acdnat=1480783853_390d349cda15c6746a95524615605278>. ISSN 0013-9351.

PARIS-POMBO, A. et al. 2003. Dietary predictors of concentrations of polychlorinated biphenyls in breast adipose tissue of women living in Ontario, Canada. In Archives of environmental health [online]. 2003, roč.58, s.48-54 [cit. 2016-04-25]. Dostupné na internete: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3200/AEOH.58.1.48-54>>. ISSN 0003-9896.

PARK, HY. et al. 2007. Congener-specific approach to human PCB concentrations by serum analysis. In Chemosphere [online]. 2007, roč. 68, č.9, s. 1699-1706 [cit. 2016-10-20]. Dostupné na internete: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653507004201>>. ISSN 0045-6535.

PARK, HY. et al. 2008. Prenatal PCB exposure and thymus size at birth in neonates in eastern Slovakia. In Environmental Health Perspectives [online]. 2008, roč. 116, č.1, s. 104-110 [cit. 2016-04-20]. Dostupné na internete: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2199273/pdf/ehp0116-000104.pdf>> ISSN 0091-6765.

PASSATORE, L. et al. 2014. Phytoremediation and bioremediation of polychlorinated biphenyls (PCBs): State of knowledge and research perspectives. In Journal of Hazardous Materials [online]. 2014, roč. 278, s. 189-202 [cit. 2016-10-20]. Dostupné na internete: <<http://ezproxy.cvtisr.sk:2057/science/article/pii/S0304389414003963>>. ISSN 0304-3894.

PAVUK, M. et al. 2004. Environmental exposure to PCBs and cancer incidence in eastern Slovakia. In Chemosphere [online]. 2004, roč. 54, s.1509-1520 [cit. 2016-10-20]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S004565350301052X/1-s2.0-S004565350301052Xmain.pdf?_tid=cb1dca5eb96f11e69a7700000aab0f27&acdnat=1480780228_1ee6877f959ff298ad75814c5a18b0ff>. ISSN 0045-6535.

PETRÍK, J. et al. 2006. Serum PCBs and organochlorine pesticides in Slovakia: Age, gender, and residence as determinants of organochlorine concentrations. In Chemosphere [online]. 2006, roč. 65, s. 410-418 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0045653506001500/1-s2.0-S0045653506001500-main.pdf?_tid=5d441f74b96f-11e6-aa6a-00000aab0f02&acdnat=1480780044_110ee022d57eb556c75e5fa9c7086a48>. ISSN 0045-6535.

ROVENSKÝ J. , PAYER J. 2009. Dictionary of Rheumatology. [online]. Wien: Springer-Verlag, 2009. 212-213 s. [cit. 2016-04-12]. Dostupné na internete: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-211-79280-3_1109>. ISBN 978-3-211-79280-3.

RUBIN, C. H. et al 2001. Exposure to persistent organochlorines among Alaska native women. In International Journal Circumpolar Health. [online]. 2001, roč. 61, s. 157-169 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <<http://europepmc.org/abstract/med/11507965>>. ISSN 1797-27X.

SHEN, H. et al. 2017. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins/furans (PCDD/Fs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in Zhejiang foods (2006-2015): Market and polluted areas. In Science of the Total Environment [online]. 2017, roč. 574, s. 120-127 [cit. 2016-04-12]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0048969716319556/1-s2.0-S0048969716319556main.pdf?_tid=68b84e4cb97511e696f800000aab0f02&acdnat=1480782640_cf5cd902a5ab2fd35652fcdea4a153c7>. ISSN 0048-9697.

SCHWAB, M. 2012. Encyclopedia of Cancer. [online]. Berlin: Springer Heidelberg, 2012. 3686 s. [cit. 2016-04-12]. Dostupné na internete: <http://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-3-642-16483-5_5803>. ISBN: 978-3-642-16483-5.

SIOEN, J. et al. 2013. Prenatal exposure to environmental contaminants and behavioural problems at age 7-8 years. In Environment International [online]. roč. 59, s. 225-231 [cit. 2016-11-16]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0160412013001323/1-s2.0-S0160412013001323main.pdf?_tid=83346bceb98011e68b5900000aacb35d&acdnat=1480787409_7e21d9ddd5f97d61ee1132c92ac5bd74>. ISSN 0160-4120.

SONNENBORN, D. et al. 2008. Serum PCB concentrations in relation to locally produced food items in eastern Slovakia. In Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology [online]. 2008, roč. 18, s. 581-587 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <<http://www.nature.com/jes/journal/v18/n6/pdf/jes20081a.pdf>>. ISSN 1559-064X.

ŠULCOVÁ, M. a kol. 2012. Verejné zdravotníctvo. Bratislava: Veda, 2012. 651 s. ISBN 978-80-224-1283-4.

TAYLOR, K. W. et al. 2013. Evaluation of the association between persistent organic pollutants (POPs) and diabetes in epidemiological studies: a National Toxicology Program workshop review. In Environmental Health Perspectives [online]. 2013, roč.121, č.7, s. 774-783 [cit. 2017-03-17]. Dostupné na internete: <<https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/121/7/ehp.1205502.pdf>>. ISSN 0091-6765.

THAYER, K. A. et al. 2012. Role of environmental chemicals in diabetes and obesity; a National Toxicology Program workshop repor. In Environmental Health Perspectives [online]. 2012, roč. 120, č. , s. 779-789 [cit. 2017-03-17]. Dostupné na internete: <<https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/120/6/ehp.1104597.pdf>>. ISSN 0091-6765.

TRNOVEC, T. et al. 2008. Exposure to polychlorinated biphenyls and hearing impairment in children. In *Environmental Toxicology and Pharmacology* [online]. 2008, roč. 25, s.183-187 [cit. 2016-04-12]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S1382668907001615/1s2.0S1382668907001615main.pdf?_tid=01dc6454b98111e6856100000aacb361&acdnat=1480787621_6a7fcb62376891f5e88a53361d46155a>. ISSN 1982-6689.

TRNOVEC, T. 2012. Hodnotenie rizika expozície PCB v SR. [online] Vydanie: Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka, 2012, s. 31 [cit. 2016-04-12]. Dostupné na internete: <<http://www.mpsr.sk/index.php?navID=75&id=7085>>.

UKROPEC, J. et al. 2010. High prevalence of prediabetes and diabetes in a population exposed to high levels of an organochlorine cocktail. In *Diabetologia* [online]. 2010, roč. 53, č.5, s. 899-906 [cit. 2017-03-17]. Dostupné na internete: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00125-010-1683-2>>. ISSN 1432-0428

VORKAMP, K. 2016. An overlooked environmental issue? A review of the inadvertent formation of PCB-11 and other PCB congeners and their occurrence in consumer products and in the environment. In *Science of the Total Environment* [online]. 2016, roč. 541, s. 1463-1476 [cit. 2016-04-12]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0048969715308366/1-s2.0-S0048969715308366-main.pdf?_tid=ee12e800b974-11e6-bf65-00000aacb35f&acdnat=1480782434_3bed83ae064353bcd9b6f4c39f88ddb8>. ISSN 0048-9697.

WALKER, A. 2010. Breast Milk as the Gold Standard for Protective Nutrients. In *The Journal of Pediatrics* [online]. 2010, roč. 156, č.2, s.3-7 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <[http://www.jpeds.com/article/S0022-3476\(09\)01128-7/pdf](http://www.jpeds.com/article/S0022-3476(09)01128-7/pdf)>. ISSN 0022-3476.

WANG, W. et al. 2013. Exposure assessment and distribution of polychlorinated biphenyls (PCBs) contained in indoor and outdoor dusts and the impacts of particle size and bioaccessibility. In *Science of the Total Environment* [online]. 2013, roč. 463, s. 1201-1209 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <http://ac.els-cdn.com/S0048969713004932/1s2.0S0048969713004932main.pdf?_tid=3a948b62b97411e69b4e00000aacb360&acdnat=1480782133_cf61f76eb7484e053b785e9a6f29a7ef>. ISSN 0048-9697.

WIGLE, D. T. et al. 2008. Epidemiologic evidence of relationships between reproductive and child health outcomes and environmental chemical contaminants. In *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B* [online]. 2008, roč. 11, s. 373-517 [cit. 2016-04-12]. Dostupné na internete: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10937400801921320>>. ISSN 1521-6950.

YARD, E. E. et al. 2011. Incidence of thyroid disease following exposure to polybrominated and polychlorinated biphenyls, Michigan, 1974-2006. In Chemosphere [online]. 2011, roč.84, s.863-868 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <http://ac.elscdn.com/S0045653511006631/1-s2.0-S0045653511006631-main.pdf?_tid=fc6723d6b96e-11e6-9840-00000aacb35f&acdnat=1480779881_31472f5ad4869d725eda0579432de518>. ISSN 0045-6535.

YU, Z. et al. 2007. Comparison of organochlorine compound concentrations in colostrum and mature milk. In Chemosphere [online]. 2007, roč. 66, s. 1012-1018 [cit. 2016-04-09]. Dostupné na internete: <http://ac.elscdn.com/S0045653506009799/1s2.0S0045653506009799main.pdf?_tid=ef0eadb0b96b11e6bc8500000aab0f02&acdnat=1480778570_dc4a4d412df94fde40b3a247e264a86a>. ISSN 0045-6535.